

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 5



Desarrollo de una ontología como herramienta de Información para el nivel 3 de madurez de la norma CMMI.

**TRABAJO DE DIPLOMA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN CIENCIAS INFORMÁTICAS**

**Autora:** Yanet Mora Forján.

**Tutor:** Ing. Lannie Herrera Pérez.

**Cotutor:** Ing. Leonel Montero Álvarez.

Año 54 de la Revolución

Ciudad de La Habana.

Junio de 2012



## ***DECLARACIÓN DE AUTORÍA***

---

Declaro que soy la única autora del presente Trabajo de Diploma y reconozco a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma con carácter exclusivo.

Para que así conste firmo la presente a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año 2012.

\_\_\_\_\_  
Firma de la Autora  
Yanet Mora Forján

\_\_\_\_\_  
Firma de la Tutor  
Lannie Octavio Herrera Pérez

\_\_\_\_\_  
Firma del Cotutor  
Leonel Montero Álvarez



## AGRADECIMIENTOS

---

*A mis padres por el regalo de la vida. Por apoyarme siempre en cada decisión que he tomado, por su consejo, por su ejemplo y su dedicación a mí.*

*A mi familia por ser tan maravillosos, porque siempre están ahí para mí, por su cariño y preocupación.*

*A Annabel por ser la hermana que no tengo, por ser mi fortaleza y por todo su cariño*

*A mis amigos por ser tan especiales, porque compartimos en las buenas y en las malas estos 5 años, por dejar su huella en mí.*

*A mis tutores por su consejo, orientación y paciencia.*

*A los buenos profesores que han influido en mí como estudiante y como persona.*

*A todos muchas gracias porque sin cada uno de ustedes este sueño no se hubiera podido realizar.*



## DEDICATORIA

---

*A mi madre por ser la fuerza que me impulsó a llegar hasta aquí, por ser mi roca, mi ejemplo a seguir. Por confiar en mí y darme la educación y el cariño necesario para convertirme en la persona que soy hoy.*



## **RESUMEN**

---

El objetivo general del trabajo es la creación de una ontología como herramienta para la información sobre las áreas de procesos vinculadas al nivel 3 de madurez de la norma CMMI, que permita gestionar el conocimiento y crear nuevo conocimiento a partir del ya existente. Primeramente se realiza un estudio de las ontologías, y las tecnologías que se emplean en la construcción de las mismas, seleccionándose como metodología de desarrollo Methontology. Luego de implementada la ontología se validó mediante el Servicio online de Validación del World Wide Web Consortium (W3C), la realización de consultas a la ontología previamente exportada a modelo relacional de base de datos con el framework Jena utilizando el NEtBeans y mediante la validación por especialistas.

Palabras Claves: Áreas de proceso, CMMI, Ontología.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

---

Introducción .....	1
Capítulo 1: Fundamentación teórica.....	4
1.1 Calidad.....	4
1.2 Modelo CMMI .....	4
1.3 Nivel 3 de madurez: Definido .....	5
1.4 La gestión del conocimiento.....	11
1.5 Ontologías.....	12
1.5.1 Definiciones relacionadas con la Filosofía.....	12
1.5.2 Definiciones relacionadas con Inteligencia Artificial.....	13
1.6 Tipos de ontologías. ....	14
1.7 Elementos que componen las ontologías. ....	15
1.8 Principios para el diseño de ontologías.....	16
1.9 Importancia de las ontologías. ....	17
1.10 Uso y utilidad de las ontologías.....	18
1.11 Lenguajes utilizados para la definición de ontologías.....	19
1.12 Metodologías para la creación de ontologías.....	20
1.12.1.1 Metodología Cyc: .....	20
1.12.1.2 Metodología de Uschold y King: .....	21
1.12.1.3 Metodología de Gruninger y Fox: .....	21
1.12.1.4 Metodología KACTUS .....	22
1.12.1.5 METHONTOLOGY.....	22
1.12.1.6 Metodología SENSUS .....	23
1.12.1.7 Metodología On-To-Knowledge.....	23
1.12.1.8 Terminae.....	24
1.13 Herramientas para definir ontologías. ....	24



1.13.1 Protégé:.....	24
1.13.2 Ontology server:.....	25
1.13.3 OntoEdit:.....	25
1.13.4 OilEd:.....	25
1.14 Razonadores de ontologías.....	25
1.14.1 FaCT++ (Fast Classification of Terminologies):.....	26
1.14.2 JTP (Java Theorem Prover):.....	26
1.14.3 HermiT:.....	26
1.14.4 Pellet:.....	26
1.15 Sistemas de almacenamiento.....	27
1.15.1 JENA.....	27
1.15.2 Sesame.....	27
1.15.3 KAON Tool.....	27
1.16 Herramienta para el modelado de diagramas de clases.....	27
1.16.1 Visual Paradigm para UML.....	27
1.16.2 Rational Rose.....	28
1.17 Herramienta para el trabajo con el modelo persistente.....	28
1.18 Conclusiones del capítulo.....	29
Capítulo 2: Diseño e implementación de la propuesta.....	30
2.1 Metodología Methontology.....	30
2.1.1 Especificación.....	31
2.1.2 Conceptualización.....	32
2.1.2.1 Tarea 1: Construir el glosario de términos.....	33
2.1.2.2 Tarea 2: Construir la taxonomía de conceptos.....	36
2.1.2.3 Tarea 3: Construir un diagrama de relaciones binarias.....	37
2.1.2.4 Tarea 4: Construir el diccionario de conceptos.....	38
2.1.2.5 Tarea 5: Definir las relaciones binarias en detalle.....	41
2.1.2.6 Tarea 6: Describir atributos de instancias.....	42



2.1.2.7 Tarea 9: Definir axiomas formales.....	42
2.1.2.8 Tarea 10: Definir reglas.....	43
2.1.2.9 Tarea 11: Definir instancias.....	43
2.1.3 Formalización.....	43
2.1.4 Implementación.....	48
2.1.5 Mantenimiento.....	49
2.2 Conclusiones del Capítulo.....	49
Capítulo 3: Validación de la Propuesta.....	50
3.1 Servicio de Validación Web de la W3C.....	50
3.2 Validación mediante consultas a la base de datos.....	51
3.2.1 Exportación a un modelo persistente basado en base de datos.....	51
3.2.2 Consultas realizadas a la ontología previamente exportada al almacenamiento persistente.....	54
3.3 Validación por especialistas.....	57
3.3.1 El método Delphi.....	57
3.3.2 Elección de los especialistas.....	57
3.3.3 Elaboración del cuestionario.....	58
3.3.4 Análisis y procesamiento de los resultados.....	59
3.3.4.1 Establecimiento de la concordancia de los especialistas mediante el coeficiente de Kendall.....	59
3.4 Conclusiones del capítulo.....	61
Conclusiones generales.....	62
Recomendaciones.....	63
Trabajos citados.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexos.....	67
Glosario de Términos.....	68





## ÍNDICE DE FIGURAS

---

FIGURA 1: CICLO DE VIDA DE DESARROLLO DE LA ONTOLOGÍA.....	31
FIGURA 2: TAREAS DE CONCEPTUALIZACIÓN DE METHONTOLOGY.....	32
FIGURA 3 DIAGRAMA DE CLASES DE LA ONTOLOGÍA .....	33
FIGURA 4: DIAGRAMA DE RELACIONES BINARIAS.....	38
FIGURA 5: PESTAÑA CLASES DEL EDITOR PROTÉGÉ. ....	44
FIGURA 6: PESTAÑA PROPERTIES .....	45
FIGURA 7: DATATYPE DE LA PESTAÑA PROPERTIES.....	45
FIGURA 8: INDIVIDUOS DE LA ONTOLOGÍA.....	46
FIGURA 9: PANTALLA DE INCONSISTENCIAS DEL PELLET .....	47
FIGURA 10: DIAGRAMA DE LA PESTAÑA OWL VIZ.....	47
FIGURA 11: RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN.....	51
FIGURA 12: EXPORTANDO A ALMACENAMIENTO PERSISTENTE.....	52
FIGURA 13: ADICIÓN DE LA LIBRERÍA DE JENA.....	53
FIGURA 14: CONEXIÓN CON LA BASE DE DATOS.....	53
FIGURA 15: RESPUESTA A LA CONSULTA 1. ....	54
FIGURA 16: RESPUESTA A LA CONSULTA 2. ....	54
FIGURA 17: CONSULTA Y RESPUESTA DE LA PREGUNTA 3.....	55
FIGURA 18: RESPUESTA A LA CONSULTA 4. ....	55
FIGURA 19: RESPUESTA A CONSULTA 5. ....	56
FIGURA 20: ADECUACIÓN DE LAS PREGUNTAS.....	60
FIGURA 21: PORCIENTOS DE ADECUACIÓN.....	61



## ÍNDICE DE TABLAS

---

TABLA 1: ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS.....	32
TABLA 2: GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	36
TABLA 3 DEFINICIÓN DE LA TAXONOMÍA. ....	37
TABLA 4: DICCIONARIO DE CONCEPTOS .....	41
TABLA 5: TABLA DE RELACIONES BINARIAS.....	42
TABLA 6: ATRIBUTO DE INSTANCIAS.....	42
TABLA 7: EJEMPLO DE AXIOMA FORMAL DE LA ONTOLOGÍA. ....	43
TABLA 8: EJEMPLO DE REGLA DE LA ONTOLOGÍA.....	43
TABLA 9: EJEMPLO DE DEFINICIÓN DE INSTANCIAS .....	43
TABLA 10: CRITERIOS PARA LA ACEPTACIÓN DE ESPECIALISTAS.....	58
TABLA 11: PUNTUACIÓN DE RESPUESTAS EN BASE A 5. ....	59



## **Introducción**

Tradicionalmente las bibliotecas se han caracterizado como el medio más importante de conservar el saber colectivo, representando una especie de cerebro universal que posibilita recuperar lo que olvidamos y lo que aún no sabemos. Hoy en día, la biblioteca por excelencia a la que todos acuden es Internet, la red de redes.

Internet consta de un gran número de seguidores y muy alto grado de aceptación, esto se debe al principal beneficio de su uso, pues brinda la posibilidad a los usuarios de conectarse desde cualquier lugar del mundo para obtener y compartir información. A pesar del éxito alcanzado, la explotación de Internet ha permitido a los usuarios descubrir algunas limitaciones que aún presenta esta web, que si se pudiesen mejorar superarían sin lugar a dudas las expectativas de sus usuarios.

Las principales limitaciones encontradas consisten en la existencia de mucha información en la web y la falta de organización de la misma, esto trae como consecuencia que a la hora de realizar una búsqueda sobre un tema en específico, se obtengan resultados sin correspondencia alguna con dicho tema o se logre encontrar tras visitar diversas páginas. Realizando un análisis de estas limitaciones se puede definir como una posible solución la utilización de una web semántica.

La web semántica no es más que “Una visión de una futura Web en la cual la información que en la versión actual de la Web es comprensible solamente por los seres humanos también esté disponible de una manera formal para sistemas inteligentes”. (1)

El objetivo de la web semántica es mejorar Internet ampliando la interoperabilidad entre los sistemas informáticos mediante el uso de agentes inteligentes, pero esto aún no constituye la solución definitiva hasta que no se logre la estructuración adecuada que proporcione de forma más fácil el razonamiento automatizado de esta web.

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) sigue un modelo de universidad productiva que agrupa más de doce mil profesionales, técnicos y estudiantes. Para ello se divide en Centros especializados.

El Centro de Informática Industrial (CEDIN), es un centro cuya misión es generar soluciones para la industria, tecnologías, productos y servicios informáticos, que cumplan con las necesidades y expectativas de los clientes. Cuenta dentro de su estructura, con el departamento de Dirección de Proyectos, el cual cuenta a su vez con un Grupo de Gestión de Calidad (GGC), que brinda servicios de Aseguramiento de la Calidad a las soluciones informáticas que crea el centro, realizando auditorías y revisiones a los procesos y productos.



El CEDIN certificó el nivel 2 de madurez de la norma CMMI, convirtiéndose en uno de los tres centros de la UCI que alcanzó esta categoría, teniendo un papel fundamental en este logro el Grupo de Gestión de la Calidad del centro, siendo la meta del mismo, cumplir con los requerimientos del nivel 3 de madurez de la norma CMMI.

Aunque se cuenta con gran cantidad de información para las áreas de procesos certificadas con el nivel 2 de la norma CMMI, la información referente a las áreas de procesos vinculadas al nivel 3 de CMMI es insuficiente, siendo utilizada como única herramienta bibliográfica el Internet, el cual trae consigo errores como la Polisemia, cuando las búsquedas devuelven resultados que contienen el término utilizado para ejecutar la misma con diferentes significados, y la Sinonimia, cuando los resultados contienen sinónimos del término que se utiliza para realizar la búsqueda y no el término en sí, ambos problemas arrojando resultados que no son los que se esperan. El uso del Internet como herramienta bibliográfica genera problemas, dado que la información que este medio contiene, en la mayoría de los casos no está referenciada, lo que dificulta conocer la veracidad y la autenticidad de la misma. Además, para las mismas áreas de proceso existen conceptos y nombres diferentes, distanciándose unos de otros. Estas búsquedas generan gran cantidad de información lo cual propicia que el acceso a la información realmente relevante y auténtica se convierta en un problema crítico, las lecciones aprendidas quedan solo en los especialistas que investigan sobre el tema, se realizan análisis y los resultados de estos no se documentan ni se almacenan, propiciando así que el conocimiento adquirido se pierda.

La situación antes expuesta lleva al siguiente **problema a resolver**: ¿Cómo mejorar la comunicación, disponibilidad y organización del conocimiento de las áreas de proceso del nivel 3 de madurez de CMMI en el GGC del CEDIN?

En respuesta a este problema, se decidió desarrollar una ontología como herramienta de Información para el nivel 3 de madurez de la norma CMMI para continuar con el programa de mejora. Definiéndose como **objetivo general** la creación de una ontología como herramienta para la información sobre las áreas de procesos vinculadas al nivel 3 de madurez de la norma CMMI, que permita gestionar el conocimiento y crear nuevo conocimiento a partir del ya existente.

El **objeto de estudio** sería la gestión del conocimiento basado en ontologías y enmarcando como **campo de acción** la ontología para el nivel 3 de madurez de la norma CMMI.

Con el objetivo de dar respuesta a los objetivos anteriores se definieron las siguientes tareas:



1. Elaboración del marco teórico a partir del estado del arte actual referente al tema.
2. Creación de una ontología para la consulta de información en el proceso de certificación del nivel 3 de CMMI.
3. Creación de una fuente de conocimiento común para el uso de los integrantes del GGC.
4. Validación del resultado obtenido en el CEDIN.

El presente trabajo consta de introducción, tres capítulos, conclusiones generales, recomendaciones, referencias bibliográficas, un glosario de términos, y los anexos que complementan el cuerpo del trabajo.

**Capítulo 1:** Fundamentación Teórica. Se realiza un estudio del arte del tema Ontologías, las características de las herramientas y los lenguajes existentes para la creación de la misma, así como las tendencias y conceptos relacionados con la norma CMMI y en específico el nivel 3 en la actualidad.

**Capítulo 2:** Diseño de la Propuesta. Se llega a la formulación y conceptualización de una teoría para el desarrollo de una ontología para el nivel 3 de madurez de la norma CMMI. Además, se presentan herramientas que intervienen en la propuesta teórica.

**Capítulo 3:** Validación de la ontología. Estará destinado a la validación del diseño de la propuesta, mediante 3 métodos el servicio online de la World Wide Web Consortium (w3c), consultas a la ontología exportada a un modelo persistente y la aplicación de una variante del método Delphi.

Los métodos de investigación científico que se utilizan en esta investigación son:

De los **métodos teóricos** se utilizaron:

- ✓ **Análisis Histórico y Lógico:** Se usa este método para el análisis de conceptos relacionados con las ontologías y el nivel 3 de madurez de CMMI.
- ✓ **Análisis y Síntesis:** Se usa este método para definir y formalizar un modelo de conocimiento para representar conocimiento ontológico.

De los **métodos empíricos** se utilizó:

- ✓ **Encuesta:** Se usa para obtener información sobre la opinión de los especialistas encuestados sobre la propuesta desarrollada.
- ✓ **Entrevista:** Se usa para asegurar que la información base de la ontología es fiable y adecuada.



## Capítulo 1: Fundamentación teórica.

### Introducción al capítulo

En este capítulo se definen los principales conceptos que serán empleados durante todo el trabajo y se presentan las bases teóricas fundamentales relacionadas con calidad, el modelo CMMI, específicamente su nivel 3 de madurez, la gestión del conocimiento (GC) y las definiciones de ontologías en las áreas de filosofía e inteligencia artificial.

#### 1.1 Calidad

Para adentrarnos en el tema debemos conocer con claridad que es la calidad. La Organización Internacional de Normalización (ISO) define calidad como “Grado en el que un conjunto de rasgos distintivos inherentes cumple con las necesidades o expectativas establecidas, generalmente implícitas u obligatorias”. (4)

La forma de asegurar que se cumplan las especificaciones de calidad y que se mantengan a largo plazo es el aseguramiento de la calidad. Es definido por la ISO como “Conjunto de acciones planificadas y sistemáticas, implementadas en el Sistema de Calidad, que son necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto satisfará los requisitos dados sobre la calidad”. (4)

#### 1.2 Modelo CMMI

CMMI del inglés Capability Maturity Model for Integration, es un modelo de madurez de mejora de los procesos para el desarrollo de productos y de servicios. Consiste en las mejores prácticas que tratan las actividades de desarrollo y de mantenimiento que cubren el ciclo de vida del producto, desde la concepción a la entrega y el mantenimiento.

El modelo de madurez de capacidad e integración (CMMI) es un modelo orientado a la garantía de calidad del software, y a la acreditación de empresas desarrolladoras de software en función del nivel de madurez de sus procesos de producción.

Obtener el Certificado CMMI permite evaluar el progreso del desarrollo de software, la calidad de la administración de un proyecto y posiciona a las organizaciones haciéndolas más competitivas y dotándolas de una mayor capacidad de cooperación con empresas, proveedores, socios y clientes. (5)

La representación por etapas del modelo CMMI se basa en niveles de madurez. Un nivel de madurez es un escalón que representa la mejora de los procesos de la organización, y la organización avanza al siguiente



nivel de madurez cuando cumple con las metas específicas y genéricas asociadas a cada conjunto predefinido de áreas de proceso.

CMMI define cinco niveles de madurez

1. Inicial.
2. Gestionado.
3. Definido.
4. Gestionado cuantitativamente.
5. Optimizado.

### **1.3 Nivel 3 de madurez: Definido**

En el nivel de madurez 3, los procesos son bien caracterizados y comprendidos, y se describen en estándares, procedimientos, herramientas y métodos. El conjunto de procesos estándar de la organización, que es la base del nivel de madurez 3, se establece y mejora a lo largo del tiempo.

Estos procesos estándar se usan para establecer la consistencia en toda la organización. Los proyectos establecen sus procesos definidos adaptando el conjunto de procesos estándar de la organización de acuerdo a las guías de adaptación. Una distinción crítica entre los niveles de madurez 2 y 3 es el alcance de los estándares, descripciones de proceso y procedimientos. En el nivel de madurez 2, los estándares, descripciones de proceso y procedimientos pueden ser bastante diferentes en cada instancia específica de un proceso. En el nivel de madurez 3, los estándares, descripciones de proceso y procedimientos para un proyecto se adaptan para adecuarse a un proyecto particular o unidad organizativa a partir del conjunto de procesos estándar de la organización y, por tanto, son más consistentes, exceptuando las diferencias permitidas por las guías de adaptación.

Un proceso definido establece claramente el propósito, entradas, criterios de entrada, actividades, roles, medidas, etapas de verificación, salidas y criterios de salida. En el nivel de madurez 3, los procesos se gestionan más proactivamente utilizando una comprensión de las interrelaciones de las actividades del proceso y las medidas detalladas del proceso, sus productos de trabajo y sus servicios. En el nivel de madurez 3, la organización debe madurar más las áreas de proceso del nivel de madurez 2. Para lograr el nivel de madurez 3, se aplican las prácticas genéricas asociadas con la meta genérica 3 que no fueron tratadas en el nivel de madurez 2. (5)



El nivel 3 define las siguientes áreas de proceso:

1. Análisis de decisiones y resolución (DAR)

El propósito del Análisis de decisiones y resolución es analizar las decisiones posibles utilizando un proceso de evaluación formal que evalúa alternativas siguiendo criterios establecidos.

**Resumen de Metas y prácticas específicas:**

SG 1 Evaluar las alternativas.

SP 1.1 Establecer guías para el análisis de decisiones.

SP 1.2 Establecer criterios de evaluación.

SP 1.3 Identificar soluciones alternativas.

SP 1.4 Seleccionar métodos de evaluación.

SP 1.5 Evaluar alternativas.

SP 1.6 Seleccionar soluciones.

2. Gestión integrada del proyecto (IPM)

El propósito de la Gestión integrada de proyecto es establecer y administrar el proyecto e involucrar a los agentes relevantes de acuerdo a un proceso definido e integrado.

**Resumen de Metas y prácticas específicas**

SG1 Utilizar el proceso definido del proyecto.

SP 1.1 Establecer el proceso definido del proyecto.

SP 1.2 Utilizar los activos de proceso de la organización para planificar las actividades del proyecto.

SP 1.3 Establecer el entorno de trabajo del proyecto.

SP 1.4 Integrar los planes.

SP 1.5 Gestionar el proyecto utilizando los planes integrados.

SP 1.6 Contribuir a los activos de proceso de la organización.

SG 2 Coordinar y colaborar con las partes interesadas relevantes.

SP 2.1 Gestionar la involucración de las partes interesadas.

SP 2.2 Gestionar las dependencias.

SP 2.3 Resolver los problemas de coordinación.

3. Definición de procesos de la organización (OPD)





El propósito de la Definición de procesos de la organización es establecer y mantener un conjunto útil de activos de procesos organizacionales y estándares del ambiente de trabajo.

**Resumen de Metas y prácticas específicas**

SG 1 Establecer los activos de proceso de la organización.

SP 1.1 Establecer los procesos estándar.

SP 1.2 Establecer las descripciones de los modelos de ciclo de vida.

SP 1.3 Establecer los criterios y las guías de adaptación.

SP 1.4 Establecer el repositorio de medición de la organización.

SP 1.5 Establecer la biblioteca de activos de proceso de la organización.

SP 1.6 Establecer los estándares del entorno de trabajo.

4. Enfoque en procesos de la organización (OPF)

El propósito del Enfoque en procesos de la organización es planificar, implantar y desplegar la mejora de los procesos organizacionales a través de la comprensión de las fortalezas y debilidades actuales de los procesos de la organización y de los activos de los procesos.

**Resumen de Metas y prácticas específicas**

SG 1 Determinar las oportunidades de mejora de procesos.

SP 1.1 Establecer las necesidades de procesos de la organización.

SP 1.2 Evaluar los procesos de la organización.

SP 1.3 Identificar las mejoras de procesos de la organización.

SG 2 Planificar e implementar las mejoras de procesos.

SP 2.1 Establecer planes de acción de procesos.

SP 2.2 Implementar los planes de acción de procesos.

SG 3 Desplegar los activos de proceso de la organización e incorporar las lecciones aprendidas.

SP 3.1 Desplegar los activos de proceso de la organización.

SP 3.2 Desplegar los procesos estándar.

SP 3.3 Monitorizar la implementación.

SP 3.4 Incorporar las experiencias relativas al proceso en los activos de proceso de la organización.

5. Entrenamiento organizacional (OT)



El propósito del área de proceso entrenamiento organizacional es desarrollar las habilidades y el conocimiento del personal, para que puedan llevar a cabo sus roles de manera efectiva y eficiente.

**Resumen de Metas y prácticas específicas**

SG 1 Establecer una capacidad de formación organizativa.

SP 1.1 Establecer las necesidades de formación estratégicas.

SP 1.2 Determinar qué necesidades de formación son responsabilidad de la organización.

SP 1.3 Establecer un plan táctico de formación organizativa.

SP 1.4 Establecer la capacidad de formación.

SG 2 Proporcionar la formación necesaria.

SP 2.1 Impartir la formación.

SP 2.2 Establecer los registros de formación.

SP 2.3 Evaluar la eficacia de la formación.

6. Integración de producto (PI)

El propósito de la Integración de producto es ensamblar el producto a partir de sus componentes, asegurando que el producto integrado funcione apropiadamente; y entregar el producto.

**Resumen de Metas y prácticas específicas**

SG 1 Preparar para la integración de producto.

SP 1.1 Determinar la secuencia de integración.

SP 1.2 Establecer el entorno de integración de producto.

SP 1.3 Establecer los procedimientos y los criterios de integración de producto.

SG 2 Asegurar la compatibilidad de la interfaz

SP 2.1 Revisar la completitud de las descripciones de la interfaz.

SP 2.2 Gestionar las interfaces.

SG 3 Ensamblar los componentes de producto y entregar el producto.

SP 3.1 Confirmar la disponibilidad de los componentes de producto para su integración.

SP 3.2 Ensamblar los componentes de producto.

SP 3.3 Evaluar los componentes de producto ensamblados.

SP 3.4 Empaquetar y entregar el producto o el componente de producto.



## 7. Desarrollo de requerimientos (RD)

El propósito de Desarrollo de Requerimientos es producir y analizar los requerimientos del cliente, del producto, y de los componentes del producto.

### **Resumen de Metas y prácticas específicas**

SG 1 Desarrollar los requerimientos de cliente.

SP 1.1 Obtener las necesidades.

SP 1.2 Desarrollar los requerimientos de cliente.

SG 2 Desarrollar los requerimientos de producto.

SP 2.1 Establecer los requerimientos de producto y de componentes del producto.

SP 2.2 Asignar los requerimientos de componentes del producto.

SP 2.3 Identificar los requerimientos de interfaz.

SG 3 Analizar y validar los requerimientos.

SP 3.1 Establecer los conceptos operativos y los escenarios.

SP 3.2 Establecer una definición de la funcionalidad requerida

SP 3.3 Analizar los requerimientos.

SP 3.4 Analizar los requerimientos para alcanzar el equilibrio.

SP 3.5 Validar los requerimientos.

## 8. Gestión de riesgos (RSKM)

El propósito de la Gestión de Riesgos es identificar problemas potenciales antes que ocurran, de manera que las actividades de administración de riesgos puedan planificarse y ejecutarse a tiempo a lo largo de la vida del producto o proyecto y mitigar los impactos adversos para así alcanzar los objetivos.

### **Resumen de Metas y prácticas específicas**

SG 1 Preparar la gestión de riesgos.

SP 1.1 Determinar las fuentes y las categorías de los riesgos.

SP 1.2 Definir los parámetros de los riesgos.

SP 1.3 Establecer una estrategia de gestión de riesgos.

SG 2 Identificar y analizar los riesgos.

SP 2.1 Identificar riesgos.

SP 2.2 Evaluar, categorizar y priorizar los riesgos.



SG 3 Mitigar los riesgos.

SP 3.1 Desarrollar los planes de mitigación de riesgo.

SP 3.2 Implementar los planes de mitigación de riesgo.

## 9. Solución técnica (TS)

El propósito del área Solución Técnica es diseñar, desarrollar e implantar soluciones a los requerimientos. Las soluciones, los diseños y las implantaciones incluyen productos, componentes de productos, y procesos relacionados al ciclo de vida.

### **Resumen de metas y prácticas específicas**

SG 1 Seleccionar las soluciones de componentes de producto.

SP 1.1 Desarrollar las soluciones alternativas y los criterios de selección.

SP 1.2 Seleccionar las soluciones de componentes de producto.

SG 2 Desarrollar el diseño.

SP 2.1 Diseñar el producto o el componente de producto.

SP 2.2 Establecer un paquete de datos técnicos.

SP 2.3 Diseñar las interfaces usando criterios.

SP 2.4 Realizar los análisis sobre si hacer, comprar o reutilizar.

SG 3 Implementar el diseño de producto.

SP 3.1 Implementar el diseño.

SP 3.2 Desarrollar la documentación de soporte de producto.

## 10. Validación (VAL)

El propósito de la Validación es demostrar que el producto o sus componentes funcionan adecuadamente cuando es instalado en el entorno previsto.

### **Resumen de Metas y prácticas específicas**

SG1 Preparar la validación.

SP 1.1 Seleccionar los productos a validar.

SP 1.2 Establecer el entorno de validación.

SP 1.3 Establecer los procedimientos y los criterios de validación.

SG 2 Validar el producto o los componentes de producto.

SP 2.1 Realizar la validación.



SP 2.2 Analizar los resultados de la validación.

#### 11. Verificación (VER)

El propósito de la Verificación es comprobar que los subproductos seleccionados cumplen con los requerimientos especificados.

##### **Resumen de Metas y prácticas específicas**

SG 1 Preparar la verificación.

SP 1.1 Seleccionar los productos de trabajo a verificar.

SP 1.2 Establecer el entorno de verificación.

SP 1.3 Establecer los procedimientos y los criterios de verificación.

SG 2 Realizar revisiones entre pares.

SP 2.1 Preparar las revisiones entre pares.

SP 2.2 Llevar a cabo las revisiones entre pares.

SP 2.3 Analizar los datos de la revisión entre pares.

SG 3 Verificar los productos de trabajo seleccionados.

SP 3.1 Realizar la verificación.

SP 3.2 Analizar los resultados de la verificación. (5)

#### **1.4 La gestión del conocimiento.**

El conocimiento está en las mentes de las personas, por tanto, no siempre está disponible cuando es necesario para la organización. Para tratar este problema surge la GC cuya principal misión es crear un ambiente donde el conocimiento y la información disponible en una organización sean accesibles a todos, permitiendo ser usados para estimular la innovación y mejorar las decisiones.

Resulta importante aclarar que existen diferencias entre conocimiento, datos e información. Los datos son una representación simbólica que por sí solos no tienen un valor semántico y constituyen la base de la pirámide del conocimiento. Al conjunto de datos organizados y analizados en un contexto determinado se les denomina información, que no es lo mismo que conocimiento. Recopilar y organizar datos, es algo que puede hacer un software informático. El conocimiento es un paso adelante, es identificar, estructurar y sobre todo utilizar la información para obtener un resultado. Requiere aplicar la intuición y la sabiduría,



propios de la persona a la información. La capacidad de interpretar esos datos es lo que provoca que la información se convierta en conocimiento. (6)

La GC se define como el proceso sistemático de buscar, organizar, filtrar y presentar la información con el objetivo de mejorar la comprensión de las personas en un área específica de interés. (7)

Las principales funciones de un sistema de GC son facilitar:

- ✓ La conversión de datos y texto en conocimiento.
- ✓ La conversión de conocimiento individual y de grupo en conocimiento accesible.
- ✓ La conexión de individuos y conocimiento a otros individuos y otro conocimiento.
- ✓ La comunicación de información entre diferentes grupos.
- ✓ La creación de nuevo conocimiento útil para la organización. (8)

De lo expresado puede concluirse que el conocimiento en cualquier organización solo adquiere valor cuando es posible además de adquirirlo, identificarlo, reutilizarlo y compartirlo de forma cooperativa y en función de los objetivos que se trace la institución. El objetivo de la GC es facilitar el ambiente para compartir y transferir las experiencias entre todos los miembros de la organización. La circulación adecuada del conocimiento permitirá la toma acertada de decisiones.

## 1.5 Ontologías

Este concepto, cuyo significado es el de una explicación sistemática de la existencia, proviene del griego, en el que significa “*estudio del ser*”. La ontología como “*el estudio metafísico de la naturaleza del ser y la existencia*” es tan antigua como la disciplina de la filosofía. Recientemente, la ontología se ha definido como “*la ciencia de lo que es, de los tipos y estructuras de objetos, propiedades, eventos, procesos, y relaciones en cada área de la realidad.*” No hay una definición aceptada unánimemente para el concepto de ontología, sino que cada una de las definiciones que aparecen en la literatura aporta diferentes y a la vez complementarias visiones del significado de esta palabra. Filósofos e Ingenieros de Software tienen puntos de vistas diferentes en cuanto a la definición de las ontologías. (9)

### 1.5.1 Definiciones relacionadas con la Filosofía.

La “Oxford Companion of Philosophy” define ontología de la siguiente forma:

*“Ontología, entendida como una rama de la metafísica, es la ciencia del ser en general, abarcando aspectos como la naturaleza de la existencia y la estructura categórica de la realidad. El término ontología tiene algunos usos adicionales en filosofía. En un sentido derivativo se usa para referirse a un conjunto de cosas*



*cuya existencia queda reconocida por una teoría o sistema de pensamiento. En este sentido se habla de la ontología de una teoría o de un sistema metafísico definido por tal ontología”*

Immanuel Kant importante filósofo la define como:

*“La filosofía trascendental es el sistema de todas nuestras cogniciones puras a priori, que podemos llamar ontología. Así, ontología trata con cosas en general, desde abstractas hasta particulares. Abarca todos los conceptos puros de la comprensión y todos los principios de la razón. Las ciencias principales que pertenecen a la metafísica son: ontología, cosmología, y teología. Ontología es una pura doctrina de elemento de toda nuestra cognición al completo, o: contiene la suma de todos nuestros conceptos puros que podemos tener a priori sobre la cosas.”*

### **1.5.2 Definiciones relacionadas con Inteligencia Artificial**

Para lograr una comprensión distinta del concepto de ontología, ahora en el ámbito de la Inteligencia Artificial se presentan diversas definiciones.

Para Neches et al. en 1991, una ontología se define de la siguiente forma:

*“Una ontología define los términos básicos y las relaciones que componen el vocabulario de un área temática, así como las reglas para la combinación de términos y relaciones para definir extensiones para el vocabulario.”*

Para Guarino una ontología es:

*“Un artefacto de ingeniería, constituida por un vocabulario específico utilizado para describir una determinada realidad, además de un conjunto de supuestos explícitos sobre el significado intencional de las palabras del vocabulario.”*

En 1996, Bernaras et al. proponen la siguiente definición:

*“Una ontología proporciona los medios para describir explícitamente la conceptualización detrás del conocimiento representado en una base de conocimientos.”*

Para Swartout et al. una ontología es:

*“Un conjunto de términos estructurados que describen un dominio o tema. La idea es que una ontología proporciona una estructura básica para una base de conocimientos.”*



Según la definición ofrecida por Gruber (1993) y posteriormente extendida por Studer, Benjamins y Fensel (1998), una Ontología es:

*“Una especificación explícita y formal de una conceptualización”*. Más concretamente, una Ontología estará formada por una taxonomía relacional de conceptos y por un conjunto de axiomas o reglas de inferencia mediante los cuales se podrá inferir nuevo conocimiento.

Uschold y Gruninger, en cambio entienden que:

*“Ontología es el término utilizado para referirse a la comprensión compartida o un dominio de interés puede ser utilizado como un marco unificador para resolver problemas. Una ontología necesariamente implica o representa algún tipo de visión del mundo con respecto a un dominio determinado. La visión del mundo a menudo se concibe como un conjunto de conceptos (por ejemplo, las entidades, atributos, procesos), sus definiciones y sus interrelaciones, lo que se conoce como una conceptualización”*. Por lo tanto, en un sentido muy general, las ontologías son para la Inteligencia Artificial recursos construidos que permiten representar el conocimiento compartido y común sobre algo.

### 1.6 Tipos de ontologías.

Mizoguchi propone las siguientes clasificaciones de ontologías según el alcance de su aplicabilidad:

- ✓ **Ontologías de Alto Nivel (genéricas):** describen conceptos muy generales como espacio, tiempo, materia, objeto, evento, acción, etc., los cuales son independientes de un problema o dominio en particular. Por lo tanto, parece razonable, al menos en teoría, tener ontologías unificadas de alto nivel para grandes comunidades de usuarios.
  - ✓ **Ontologías de Dominio y Ontologías de Tarea:** describen, respectivamente, el vocabulario relacionado a un dominio genérico (como medicina o automóviles) o una tarea o actividad genérica (diagnóstico o venta), mediante la especialización de los términos introducidos en la ontología de alto nivel.
  - ✓ **Ontologías de Aplicación:** describen conceptos que dependen tanto de un dominio como de una tarea en particular, los cuales frecuentemente son especializaciones de ambas ontologías. A menudo, estos conceptos corresponden a los roles desempeñados por entidades del dominio mientras realizan cierta actividad. Contienen conocimiento esencial para modelar una aplicación particular bajo consideración.
- (10)





Por otra parte Van Heist las clasifica según la cantidad y tipo de conceptualización:

- ✓ **Terminológicas:** Especifican los términos que son usados para representar conocimiento en el universo de discurso. Son utilizadas para unificar vocabulario en un dominio determinado.
- ✓ **De información:** Especifican la estructura de almacenamiento de bases de datos. Ofrece un marco para el almacenamiento estandarizado de información (estructura de registros de la BD).
- ✓ **De modelado del conocimiento:** Especifican conceptualizaciones del conocimiento. Poseen una rica estructura interna y suelen estar ajustadas al uso particular del conocimiento que describen. (11)

### 1.7 Elementos que componen las ontologías.

La identificación de los elementos que componen una ontología se torna en ocasiones difícil, debido a que las diferentes disciplinas que se encargan del estudio de las ontologías no identifican con exactitud los mismo elementos, y existe además, cierta ambigüedad en los términos que los designan. Partiendo de esta premisa, se pueden identificar, 5 componentes esenciales de estos sistemas: conceptos, relaciones, funciones, instancias y axiomas.

- ✓ **Conceptos:** Son las ideas básicas que se intentan formalizar. Pueden ser clases de objetos, métodos, planes, estrategias, procesos de razonamiento, etc.  
El conjunto de conceptos identificados es denominado universo del discurso, es decir, conjunto de objetos que representan el conocimiento de un dominio a través de un formalismo declarativo
- ✓ **Instancias:** Contienen elementos o datos que describen o ejemplifican un concepto. Por lo general son propiedades que no se recogen en el concepto o nociones que sirven para aclarar la connotación de este en un contexto determinado.
- ✓ **Relaciones:** Son las relaciones que establecen el tipo de interacción semántica entre los conceptos, de manera que no solo se hace explícito lo que denotan, sino también lo que connotan. Entre las principales relaciones semánticas que pueden ser establecidas se encuentran las relaciones lógicas que aparecen en los tesauros.
- ✓ **Funciones:** Constituyen un tipo especial de relación, a través de las cuales se identifica un elemento mediante el cálculo de una función que considera varios elementos de la ontología. Por ejemplo, pueden aparecer funciones como categorizar-clase, asignar-fecha, etc. Este componente es imprescindible cuando las ontologías son usadas para modelar sistemas y procesos.



- ✓ **Axiomas:** Son teoremas que se declaran sobre relaciones que deben cumplir los elementos de la ontología. Son los elementos que permiten hacer inferencias que no están explícitas en la taxonomía de conceptos. Una inferencia es un proceso mental por el cual se extraen conclusiones a partir de premisas más o menos explícitas, proceso resultante ya sea del "sentido común", o de silogismos informales y formales, o bien por aplicación de reglas. (12)

### 1.8 Principios para el diseño de ontologías.

Para diseñar una ontología, es necesario considerar algunas de las características deseables que éstas deberían exhibir.

Los principios de diseño a considerar son los siguientes:

- ✓ Claridad y Objetividad: Definir los conceptos en forma clara y objetiva utilizando lenguaje natural para evitar ambigüedades.
- ✓ Coherencia: Garantizar que todas las inferencias derivadas sean consistentes con los axiomas.
- ✓ Completitud: Los conceptos deben ser expresados en términos necesarios y suficientes.
- ✓ Estandarización: Siempre que sea posible, los nombres asignados a los términos deberán seguir un estándar, definiendo y respetando reglas para la formación de los mismos.
- ✓ Máxima extensibilidad monótona: Deberá ser posible incluir en la ontología especializaciones o generalizaciones, sin requerir una revisión de las definiciones existentes.
- ✓ Principio de distinción ontológica: Las clases de la ontología con diferente criterio de identidad, deberán ser disjuntas.
- ✓ Diversificación de las jerarquías: Para que la ontología se vea favorecida con los mecanismos de herencia múltiple, es conveniente usar tantos criterios de clasificación como sea posible, de manera de representar la mayor cantidad de conocimiento.
- ✓ Minimización de la distancia semántica: Conceptos similares deberán ser agrupados y representados utilizando las mismas primitivas.
- ✓ Mínimo compromiso ontológico: Una ontología debería imponer las menores exigencias posibles sobre el dominio que modela, es decir, se deben construir sólo los axiomas necesarios para representar el mundo a ser modelado.
- ✓ Modularidad: Al especificar una ontología se hacen definiciones de diferentes elementos como clases, relaciones y axiomas; tales definiciones se pueden agrupar en teorías que reúnen los objetos de una



ontología más relacionados entre sí. Se puede lograr una organización altamente modular con máxima cohesión en cada módulo y mínima interacción, considerando que cada teoría es un módulo en la organización de la ontología. La modularidad permite flexibilidad y posibilidad de rehusar algunos módulos de la ontología.

- ✓ Mínima dependencia con respecto a la codificación: Una ontología debería permitir que los agentes que compartan los conocimientos, puedan ser implementados en diferentes sistemas y estilos de representación.

Un diseño ontológico ideal debería cumplir con todos estos criterios, pero no siempre es posible. (13)

### **1.9 Importancia de las ontologías.**

Las ontologías favorecen la comunicación entre personas, organizaciones y aplicaciones debido a que proporcionan una comprensión común de un dominio, de modo que se eliminan confusiones conceptuales y terminológicas.

Las ontologías favorecen también la comunicación entre aplicaciones y la comprensión común de la información entre ellas. Las ontologías serán imprescindibles en la web semántica y en los futuros sistemas de gestión empresarial porque permitirán que las aplicaciones estén de acuerdo en los términos que usan cuando se comunican. Mediante ellas, será mucho más fácil recuperar información relacionada temáticamente.

Las ontologías son necesarias a la hora de representar conocimiento de un dominio de una manera estructurada y coherente. Además, las ontologías brindan la posibilidad de compartir ese conocimiento. Estas pueden ser usadas para mejorar la efectividad de búsquedas web, porque el programa de búsqueda puede buscar sólo páginas referidas a conceptos específicos. Las páginas se enlazan a páginas de ontologías que definen información sobre el dominio, esta sería la versión ideal de la web. El uso de ontologías para la web semántica es esencial para ayudar a la comunicación de personas y máquinas, facilitando el intercambio semántico. Es por ello, crucial para el éxito y la popularidad de esta web la construcción de ontologías.

La importancia de las ontologías se puede resumir en dos aspectos fundamentales:

- ✓ El análisis ontológico clarifica la estructura del conocimiento. Dado un dominio, su ontología constituye el corazón de cualquier representación de un sistema de conocimiento para ese dominio. Sin ontologías o sin las respectivas conceptualizaciones que soportan el conocimiento no puede existir un vocabulario



para representar el conocimiento. Así el primer paso para obtener un efectivo sistema de representación del conocimiento y su vocabulario es llevar a cabo un efectivo análisis ontológico del campo o dominio de estudio, un análisis pobre conlleva a bases de conocimiento incoherentes.

- ✓ Las ontologías permiten compartir conocimiento. Supongamos que se realiza un análisis y se obtiene un conjunto satisfactorio de conceptualizaciones y la representación de sus términos para un área en específica, por ejemplo el dominio de los componentes electrónicos, la ontología resultante debe incluir términos específicos del dominio como: transistores y diodos; términos generales como funciones y modos; y términos que describen el comportamiento como, voltajes. Para construir un lenguaje de representación del conocimiento basado en el análisis previo, se necesita asociar los términos con los conceptos y las relaciones, y definir una sintaxis de codificación del conocimiento en término de los mismos. Es posible compartir un lenguaje de representación de conocimiento con otros que tengan similares necesidades para el mismo dominio, de tal modo que se elimine la necesidad de replicar el proceso de análisis del conocimiento. Compartir ontologías puede de este modo significar la base de la definición de un lenguaje de representación del conocimiento. (14)

### **1.10 Uso y utilidad de las ontologías.**

Las ontologías tienen dos usos esenciales:

Como vocabulario de representación están generalmente especializadas en algún dominio. No es el vocabulario lo que califica a una ontología, sino las conceptualizaciones capturadas por los términos.

Como teoría de contenidos dado que uno de los intereses principales en ontologías es la relación entre teoría de contenidos y de mecanismos en IA. Las ontologías son esencialmente teorías de contenidos porque su contribución principal es identificar clases específicas de objetos y relaciones de un dominio.

Se mencionan a continuación el uso que, en la actualidad, tienen las ontologías:

- ✓ Sirven para entender como diferentes sistemas comparten información.
- ✓ Se utilizan para descubrir distorsiones que puedan presentarse en los procesos cognitivos de aprendizaje en un mismo contexto.
- ✓ Sirven para formar patrones para el desarrollo de Sistemas de Información. En el ámbito del software se viene utilizando hace algunos años para describir las propiedades del software (componentes, arquitecturas, lenguajes de definición).
- ✓ Permiten compartir y reutilizar conocimiento común.



- ✓ Ayudan a establecer comunicación entre personas y organizaciones con el fin de unificar diferentes áreas de investigación.
  - ✓ Permiten la interoperabilidad entre sistemas de software usando ontologías como un lenguaje intermedio para unificar diferentes lenguajes y herramientas.
  - ✓ Aumentan los beneficios de la Ingeniería de Sistemas ya que el uso de ontologías facilita la construcción de software clásico o basado en el conocimiento porque permite que los sistemas se puedan reutilizar.
- (14)

### 1.11 Lenguajes utilizados para la definición de ontologías.

Los primeros lenguajes para la representación de las ontologías estaban basados en representación del conocimiento, entre ellos se tienen:

- ✓ **CycL:** lenguaje utilizado en la ontología Cyca basado en marcos y en lógica de primer orden.
- ✓ **Ontolingua:** lenguaje construido sobre KIF (Knowledge Interchange Format) sintaxis formal utilizada para expresar conocimiento y basado en marcos y en lógica de primer orden.
- ✓ **LOOM:** lenguaje basado en lógica de descripciones y reglas de producción.

Con el auge de Internet surgen lenguajes de ontologías para la web con sintaxis basada en HTML o XML:

- ✓ **SHOE** (Simple HTML Ontology Extension): lenguaje basado en marcos y reglas diseñado como extensión del HTML.
- ✓ **RDFa:** modelo para la descripción de recursos web basado en redes semánticas y con sintaxis XML.
- ✓ **RDF Schema:** lenguaje construido sobre RDF que incorpora primitivas de marcos (clases y propiedades).

Los lenguajes presentados anteriormente sirven tanto para la descripción de ontologías como para la publicación de contenidos web procesables por máquinas, de ahí que se les llame también lenguajes para el mercado ontológico.

Los lenguajes de ontologías más recientes son extensiones de RDF(S):

- ✓ **DAML+OIL:** fusión de DAML (DARPA Agent Markup Language) y OIL (Ontology Inference Layer) que amplía RDF(S) con primitivas de lógica de descripciones.
- ✓ **OWL (Web Ontology Language):** propuesta del W3C a partir de DAML+OIL para responder a las necesidades de la web semántica. Es un mecanismo para desarrollar temas o vocabularios específicos en los que asociar esos recursos. Lo que hace OWL es proporcionar un lenguaje para definir ontologías



estructuradas que pueden ser utilizadas a través de diferentes sistemas. Incluye tres niveles: OWL Lite, OWL DL y OWL Full.

- ✓ **KIF:** es un lenguaje para representar Ontologías basadas en la lógica de primer orden. KIF está basado en la lógica de predicados con extensiones para definir términos, meta conocimiento, conjuntos, razonamientos no monotónicos, etc.; y pretende ser capaz de representar la mayoría de los conceptos y distinciones actuales de los lenguajes más recientes de representación del conocimiento. Está diseñado para intercambiar conocimiento entre distintos sistemas de computación.

A la hora de elegir un lenguaje para la definición de una Ontología deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ El lenguaje debe poseer una sintaxis bien definida para poder leer con facilidad la ontología definida.
- ✓ Debe tener una semántica bien definida para comprender perfectamente el funcionamiento de la ontología.
- ✓ Debe tener suficiente expresividad para poder capturar varias ontologías.
- ✓ Debe ser fácilmente mapeable desde/hacia otros lenguajes ontológicos.
- ✓ Debe ser eficiente a la hora de realizar razonamiento. (15)

### 1.12 Metodologías para la creación de ontologías.

Existen varias metodologías para construir ontologías, estas pueden ser clasificadas de acuerdo a diferentes parámetros. Las metodologías para la construcción de las ontologías se dividen en dos grupos. Por un lado metodologías para construir ontologías desde cero. Por otro lado, metodologías para construir ontologías a través de un proceso de reingeniería.

#### 1.12.1.1 Metodología Cyc:

La metodología Cyc consiste en varios pasos. En primer lugar hay que extraer manualmente el conocimiento común que está implícito en diferentes fuentes. A continuación, una vez que tengamos suficiente conocimiento en nuestra ontología, podemos adquirir nuevo conocimiento común usando herramientas de procesamiento de lenguaje natural o aprendizaje computacional. Así se construyó la ontología Cyc.

Esta metodología recomienda los siguientes pasos:

- ✓ Codificación manual del conocimiento implícito y explícito de diferentes fuentes.



- ✓ Codificación del conocimiento utilizando herramientas de software.
- ✓ Delegación de la mayor parte de la codificación en las herramientas. (16)

#### **1.12.1.2 Metodología de Uschold y King:**

Esta metodología propone algunos pasos generales para desarrollar ontologías, a saber: identificar el propósito; capturar los conceptos y relaciones entre estos conceptos y los términos utilizados para referirse a estos conceptos y relaciones; codificar la ontología. La ontología debe ser documentada y evaluada, y se pueden usar otras ontologías para crear la nueva. De esta forma se creó la Enterprise Ontology.

Esta metodología recomienda los siguientes pasos:

- ✓ Identificar propósito.
- ✓ Capturar la ontología.
- ✓ Codificación.
- ✓ Integrar ontologías existentes.
- ✓ Evaluación.
- ✓ Documentación. (17)

#### **1.12.1.3 Metodología de Gruninger y Fox:**

En esta metodología el primer paso es identificar intuitivamente las aplicaciones posibles en las que se usará la ontología. Posteriormente, se usa un conjunto de preguntas en lenguaje natural, llamadas cuestiones de competencia, para determinar el ámbito de la ontología. Se usan estas preguntas para extraer los conceptos principales, sus propiedades, relaciones y axiomas, los cuales se definen formalmente en Prolog. Por consiguiente, esta es una metodología muy formal que se aprovecha de la robustez de la lógica clásica y que puede ser usada como guía para transformar escenarios informales en modelos computables.

Esta metodología, que se usó para construir la ontología TOVE, recomienda los siguientes pasos:

- ✓ Escenarios motivantes.
- ✓ Cuestiones informales de competencia.
- ✓ Terminología formal.
- ✓ Cuestiones formales de competencia.
- ✓ Axiomas formales.
- ✓ Teoremas de completitud. (18)



#### 1.12.1.4 Metodología KACTUS

En esta metodología se construye la ontología sobre una base de conocimiento por medio de un proceso de abstracción. Cuantas más aplicaciones se construyen, las ontologías se convierten en más generales y se alejan más de una base de conocimiento. En otras palabras, se propone comenzar por construir una base de conocimiento para una aplicación específica. A continuación, cuando se necesita una nueva base de conocimiento en un dominio parecido, se generaliza la primera base de conocimiento en una ontología y se adapta para las dos aplicaciones, y así sucesivamente. De esta forma, la ontología representaría el conocimiento consensuado necesario para todas las aplicaciones. Esta metodología ha sido utilizada en la construcción de una ontología para diagnosticar fallos, y recomienda seguir los siguientes pasos:

- ✓ Especificación de la aplicación.
- ✓ Diseño preliminar basado en categorías ontológicas top-level relevantes.
- ✓ Refinamiento y estructuración de la ontología.

#### 1.12.1.5 METHONTOLOGY

Methontology es una metodología para construir ontologías, tanto partiendo desde cero como reusando otras ontologías, o a través de un proceso de reingeniería. Este entorno permite la construcción de ontologías a nivel de conocimiento, e incluye: identificación del proceso de desarrollo de la ontología donde se incluyen las principales actividades (evaluación, gestión de configuración, conceptualización, integración, implementación, etc.); un ciclo de vida basado en prototipos evolucionados; y la metodología propiamente dicha, que especifica los pasos a ejecutar en cada actividad, las técnicas usadas, los productos a obtener y cómo deben ser evaluados. Esta metodología está parcialmente soportada por el entorno de desarrollo ontológico WebODE. Methontology incluye la identificación del proceso de desarrollo de la ontología (calendario, control, aseguramiento de calidad, adquisición de conocimiento), un ciclo de vida basado en la evolución de prototipos, para la cual sigue los pasos definidos en el estándar IEEE 1074 de desarrollo de software.

Sus pasos principales son:

- ✓ Especificación: Definir el alcance y granularidad de la ontología.
- ✓ Conceptualización: Permite organizar y estructurar el conocimiento adquirido mediante tablas, lenguaje UML, jerarquías etc.
- ✓ Implementación: Representa la formalización de la ontología, es decir pasar la conceptualización de la ontología a un lenguaje como RDF, OWL, etc.





- ✓ Evaluación: Comprobar el funcionamiento de la ontología. (19)

#### 1.12.1.6 Metodología SENSUS

La metodología basada en Sensus es un enfoque top-down para derivar ontologías específicas del dominio a partir de grandes ontologías. Los autores proponen identificar un conjunto de términos semilla que son relevantes en un dominio particular. Tales términos se enlazan manualmente a una ontología de amplia cobertura. Los usuarios seleccionan automáticamente los términos relevantes para describir el dominio y acotar la ontología Sensus. Consecuentemente, el algoritmo devuelve el conjunto de términos estructurados jerárquicamente para describir un dominio, que puede ser usado como esqueleto para la base de conocimiento.

Esta metodología sirvió para construir la ontología Sensus y recomienda los siguientes pasos:

- ✓ Tomar una serie de términos como semillas.
- ✓ Enlazarlos manualmente.
- ✓ Incluir todos los conceptos en el camino que va de la raíz de Sensus a los conceptos semilla.
- ✓ Añadir nuevos términos relevantes del dominio.
- ✓ Opcionalmente, añadir aquellos nodos por los que pasan más caminos su subárbol inferior. (20)

#### 1.12.1.7 Metodología On-To-Knowledge

El proyecto OTK aplica ontologías a la información disponible electrónicamente para mejorar la calidad de la gestión de conocimiento en organizaciones grandes y distribuidas. La metodología proporciona guías para introducir conceptos y herramientas de gestión de conocimiento en empresas, ayudando a los proveedores y buscadores de conocimiento a presentar éste de forma eficiente y efectiva. Esta metodología incluye la identificación de metas que deberían ser conseguidas por herramientas de gestión de conocimiento y está basada en el análisis de escenarios de uso y en los diferentes papeles desempeñados por trabajadores de conocimiento y accionistas en las organizaciones. Cada una de las herramientas de la arquitectura de OKT se centra en el desarrollo de aplicaciones dirigidas por ontologías y finalmente describe el uso y la evaluación de la metodología mediante casos de estudio, como por ejemplo, la ontología Proper o AIFB.

Los siguientes pasos son recomendados por esta metodología:

- ✓ Estudio de viabilidad.
- ✓ Comienzo.
- ✓ Refinamiento.



- ✓ Evaluación. (21)

#### 1.12.1.8 Terminae

Terminae aporta tanto una metodología como una herramienta para la construcción de ontologías a partir de textos. Se basa en un análisis lingüístico de los textos, el cual se realiza mediante la aplicación de diferentes herramientas para el procesamiento del lenguaje natural. En particular se usan dos herramientas: **Syntex** para identificar términos y relaciones; y **Caméléon** para identificar roles o relaciones.

Mediante la aplicación de Syntex obtenemos una lista de posibles palabras y frases del texto y algunas dependencias sintácticas y gramaticales entre ellas. Estos datos se usan como entrada para el proceso de modelado junto con el texto original. De esta forma, la identificación de conocimiento se basa en dos tareas que se realizan alternativamente:

- ✓ Explorar los resultados Syntex para identificar conocimiento importante o decidir cómo representar alguna información de acuerdo al uso de las palabras en el texto.
- ✓ Extraer sistemáticamente del texto tanto conocimiento como sea posible.

Cada pieza de conocimiento puede ser representada en el modelo de conocimiento de Terminae, cuyo lenguaje de representación de conocimiento posee las siguientes primitivas: fichero terminológico (términos), conceptos genéricos (clases), conceptos primitivos (instancias), y roles (relaciones). El siguiente paso es normalizar el conocimiento para obtener una ontología bien estructurada, donde cada concepto quede justificado por sus relaciones con otros conceptos. Esta metodología sugiere aplicar criterios diferenciadores para hacer explícitas las propiedades comunes y diferentes de un concepto con sus respectivos conceptos padre y hermanos debidas a sus roles. La última etapa es la formalización de la ontología en el lenguaje formal Terminae, que es un tipo de lógica descriptiva. Una función de clasificación sirve para comprobar la corrección de las definiciones de conceptos genéricos, ya que sólo pueden ser definidos si tienen roles diferenciados. (22)

### 1.13 Herramientas para definir ontologías.

Entre las herramientas más destacadas utilizadas en la actualidad para la construcción de las ontologías se encuentran:

#### 1.13.1 Protégé:

Herramienta a través de la cual el usuario puede construir ontologías de dominio, generar usuarios de entrada de datos y efectuar la propia entrada de datos. Es una herramienta que permite acceso a



aplicaciones externas basadas en conocimiento. Además es una biblioteca a la que otras aplicaciones pueden acceder, permitiéndoles acceder a las bases de conocimiento de las cuales se dispone. Está disponible en: <http://protege.stanford.edu/>.

#### **1.13.2 Ontology server:**

Herramienta que permite al usuario la construcción de ontologías que comparten grupos geográficamente distribuidos. Fue desarrollado en el laboratorio de Sistemas de Conocimiento en la Universidad de Stanford. Este servidor es una extensión de Ontolingua. Al comienzo el término Ontolingua se usaba para referirse tanto al lenguaje para representar ontologías como a la herramienta utilizada para construir las. Hoy, el término se utiliza para referirse al lenguaje proporcionado por el Ontology Server .Su arquitectura permite el acceso a una librería de ontologías, traductores de lenguajes y a un editor para crear y navegar por una ontología. Su servidor se encuentra disponible en la URL: <http://www-ksl-svc.stanford.edu:5915>

#### **1.13.3 OntoEdit:**

Es un ambiente para soportar las actividades involucradas en los procesos relacionados con la Ingeniería Ontológica. Está basado en un poderoso modelo de ontologías, el cual puede ser serializado utilizando XML(Extensible Markup Language). Se encuentra disponible en la siguiente URL: <http://www.ontoknowledge.org/tools/ontoedit.shtml>.

#### **1.13.4 OilEd:**

Es un editor de ontologías gratuito que permite al usuario construir ontologías utilizando el lenguaje DAM+OIL. Aunque no posee todas las funcionalidades de otros editores de ontologías, proporciona suficiente funcionalidad para permitir a los usuarios construir ontologías. Se encuentra disponible en la siguiente dirección URL: <http://oiled.man.ac.uk/>.

### **1.14 Razonadores de ontologías.**

Los razonadores son unas de las principales herramientas para el trabajo con las ontologías. Estos sirven para realizar inferencia, a través de los conceptos y en algunos casos las instancias, obteniendo nuevo conocimiento. Generalmente difieren en el lenguaje formal en el que se especifica el conocimiento, así como los lenguajes de consulta que puedan utilizar.

Los principales razonadores son:



#### **1.14.1 FaCT++ (Fast Classification of Terminologies):**

Es un nuevo razonador de Lógica Descriptiva diseñado en la Universidad de Manchester. Su cometido es servir como plataforma en la que experimentar con nuevos algoritmos de apoyo a decisiones. Su rendimiento se ha optimizado por diversos medios, algunos de ellos ya presentes en el sistema anterior, denominado FACT, mientras que otros son de nueva creación. Utiliza un algoritmo de razonamiento basado en tableaux, similar a los usados para razonar lenguajes de ontologías web (OWL), puede procesar gradualmente los elementos del listado hasta acabar con todos. Además, FACT++ es implementado usando C++ con el fin de crear una herramienta de software más eficiente, y para maximizar la portabilidad. Fue liberado bajo la licencia pública de GNU y está disponible para su descarga, tanto su archivo binario como el código fuente. (23)

#### **1.14.2 JTP (Java Theorem Prover):**

Es una arquitectura para razonar sobre conocimiento descrito en DAML + OIL. Escrito en Java, soporta el modelo de axiomas de DAML + OIL, realiza una pre computación cuando se carga la Ontología, y ha añadido un clasificador para realizar la jerarquía de conceptos de la Ontología. Por el momento, es el único razonador que permite el lenguaje de consulta DQL específico para DAML + OIL.

#### **1.14.3 HermiT:**

Es un razonador de ontologías, escrito utilizando el Lenguaje de Ontologías Web (OWL). Dado un archivo OWL puede determinar si la ontología es consistente, identificar las relaciones de subsunción entre las clases, y mucho más. HermiT es el primer razonador de OWL a disposición del público basado en "hypertableau", cálculo que proporciona razonamiento mucho más eficiente que cualquier algoritmo previamente conocido.

#### **1.14.4 Pellet:**

Es un razonador de OWL-DL basado en Java. Puede ser utilizado conjuntamente con bibliotecas del API de Jena o del OWL. Mediante su uso es posible validar, comprobar la consistencia de Ontologías, clasificar la taxonomía y contestar a un subconjunto de consultas RDQL (conocido como consultas a ABox en terminología del DL). Se trata de una razonador DL basado en los algoritmos tableaux desarrollados para DL expresiva. Soporta todas las construcciones del OWL DL incluyendo las relacionadas con los nominales, es decir, owl: oneOf y owl: hasValue. (24)



### **1.15 Sistemas de almacenamiento.**

Mediante los sistemas de almacenamiento de ontologías es posible mantener las ontologías en bases de datos e ir añadiendo nueva información, y con la ayuda de razonadores probar la consistencia de la ontología. La mayoría de los sistemas de almacenamiento están orientados a descripciones de conceptos escritas en RDF, aunque algunas han ido actualizándose a los últimos lenguajes de especificación.

Se destacan las siguientes herramientas en esta área:

#### **1.15.1 JENA**

Es un Framework de Java para desarrollar aplicaciones de web semántica. Ella provee un ambiente para manipulación de Ontologías representadas en RDF, RDFS y OWL. Jena para visualizar el contenido de las Ontologías, permite trabajar con OWL, es gratuito y de código abierto. JENA consta de cuatro Módulos: Inference API o API de Inferencia, utilizado para inferir nuevo conocimiento sobre representaciones RDF; RDF API, para manipular los RDF graph (conjunto de tripletas RDF); Ontology API, para manejar Ontologías representadas en RDF y OWL; RDQ, para realizar búsquedas sobre los RDF graphs.

#### **1.15.2 Sesame**

Es un repositorio para RDF-Schema desarrollado por Administrator Nederland bv. Tiene funciones para añadir y eliminar información escrita en RDF en los repositorios, para ser almacenada en cualquier tipo de base de datos (MySQL, Oracle etc.). Soporta los lenguajes de consulta RQL, RDQL y SeRQL, para acceder al conocimiento. (25)

#### **1.15.3 KAON Tool**

Desarrollado por la infraestructura KAON (Karlsruhe Ontology) semantic web, implementa un interfaz independiente del sistema en el que se almacenarán las ontologías, ya sea base de datos o un fichero de texto. Implementa un API para leer las descripciones de los recursos, emplea RQL para realizar consultas y soporta tanto ontologías DAML + OIL como RDF.

### **1.16 Herramienta para el modelado de diagramas de clases.**

#### **1.16.1 Visual Paradigm para UML**

Es una herramienta UML profesional que soporta el ciclo de vida completo del desarrollo de software: análisis y diseño orientados a objetos, construcción, pruebas y despliegue. Permite dibujar todos los tipos de diagramas de clases, código inverso, generar código desde diagramas y generar documentación.



Sus principales ventajas son:

- ✓ Software libre.
- ✓ Disponibilidad en múltiples plataformas (Windows, Linux).
- ✓ Uso de un lenguaje estándar común a todo el equipo de desarrollo que facilita la comunicación.
- ✓ Generación de código para Java y exportación como HTML.
- ✓ Diseño centrado en casos de uso y enfocado al negocio que generan un software de mayor calidad.
- ✓ Capacidades de ingeniería directa e inversa.
- ✓ Disponibilidad de múltiples versiones, para cada necesidad.
- ✓ Licencia: gratuita y comercial.
- ✓ Fácil de instalar y actualizar. (26)

#### **1.16.2 Rational Rose**

Es una herramienta basada en UML, que permite crear los diagramas que se van generando durante el proceso de ingeniería en el desarrollo del software.

Las personas que desarrollaron el Proceso Unificado del Rational (RUP) son miembros de Rational Corporation por lo tanto, Rational brinda muchas facilidades en la generación de la documentación del software que se esté desarrollando, además de que posee un gran número de estereotipos predefinidos que facilitan el proceso de modelación del software.

En la definición de sistemas, esta herramienta permite que el equipo de desarrollo entienda mejor el problema, que identifique las necesidades del cliente en forma más efectiva y comunique la solución propuesta de forma más clara. (27)

#### **1.17 Herramienta para el trabajo con el modelo persistente.**

Se utilizó el entorno de desarrollo integrado (IDE) **NetBeans**, por ser multiplataforma, multilenguaje y de código abierto. Dicho IDE permite hacer las consultas y validar que la propuesta ontológica en cuestión funciona correctamente, de manera fiable y segura. Permite la integración con el Jena para extraer de la base de datos la información de la ontología.



### 1.18 Conclusiones del capítulo.

En el presente capítulo se analizaron los temas relacionados con la investigación, principalmente el modelo CMMI y las áreas de proceso que componen su nivel 3 de madurez, se hizo un estudio del estado del arte en el tema de las ontologías para una selección eficiente de las herramientas y tecnologías a utilizar.

Como metodología de desarrollo se utilizará **Methontology** debido a las facilidades expuestas y que ha sido utilizada con resultados satisfactorios en la construcción de múltiples ontologías.

Se empleará el lenguaje de desarrollo **OWL**, este lenguaje es excelente para definir ontologías estructuradas que pueden ser utilizadas a través de diferentes sistemas. La herramienta para definir la ontología será **Protégé**, herramienta a través de la cual se pueden construir ontologías de dominio. Además es una biblioteca a la que otras aplicaciones pueden acceder. El razonador escogido para validar y comprobar la consistencia de la ontología es **Pellet**, este puede ser utilizado conjuntamente con Protégé, bibliotecas del API de OWL o del **Jena** sistema de almacenamiento que se utilizará para visualizar el contenido ontológico, permite trabajar con OWL, es gratuito y de código abierto. Por otro lado para el modelado de los diagramas de clases se escogió el **Visual Paradigm** y para el trabajo con la ontología exportada al modelo relacional el **NetBeans 6.9** por ser este un IDE multiplataforma, multilenguaje y de código abierto.



## Capítulo 2: Diseño e implementación de la propuesta.

### Introducción al capítulo.

Aprovechando las facilidades que nos brindan las herramientas descritas en el capítulo anterior se procederá a la creación de la ontología propuesta, cuyo fin es clasificar conceptos y permitir compartir conocimiento en este caso de las áreas de proceso del nivel 3 de madurez de CMMI. La propuesta ontológica a diseñar, pretende, facilitar el proceso de aprendizaje de este nivel para el GGC del CEDIN. El proceso de construcción será guiado por los pasos que propone la metodología METHONTOLOGY.

### 2.1 Metodología Methontology.

Se trata de un modelo a seguir para especificar ontologías tanto a nivel de conocimiento como a nivel de conceptualización. Methontology ha sido recomendada por la FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents) para procesos de construcción de ontologías por ser la más completa entre las metodologías existentes en la actualidad. Methontology cubre todo el ciclo de vida de la construcción de la ontología, el cual está basado en prototipos evolutivos porque esto permite agregar, cambiar y renovar términos de una nueva versión. Esto indica que en Methontology nunca hay un producto terminado, sino una serie de prototipos que se extienden o refinan la **Figura. 1**. Muestra este ciclo de vida.

Las actividades de control, aseguramiento de calidad, adquisición de conocimiento, integración, evaluación documentación y manejo de configuración se realizan simultáneamente con las actividades de desarrollo. La conceptualización debe ser evaluada cuidadosamente para evitar la propagación de errores a las siguientes etapas del ciclo de vida de la ontología. (28)

La planificación se realiza antes del desarrollo de la ontología, por lo tanto no forma parte de su ciclo de vida. Las actividades de adquisición de conocimiento, integración y evaluación requieren un mayor esfuerzo en la etapa de conceptualización. Para la construcción de la ontología se seguirán las actividades de desarrollo que propone Methontology, que a continuación se detallan:



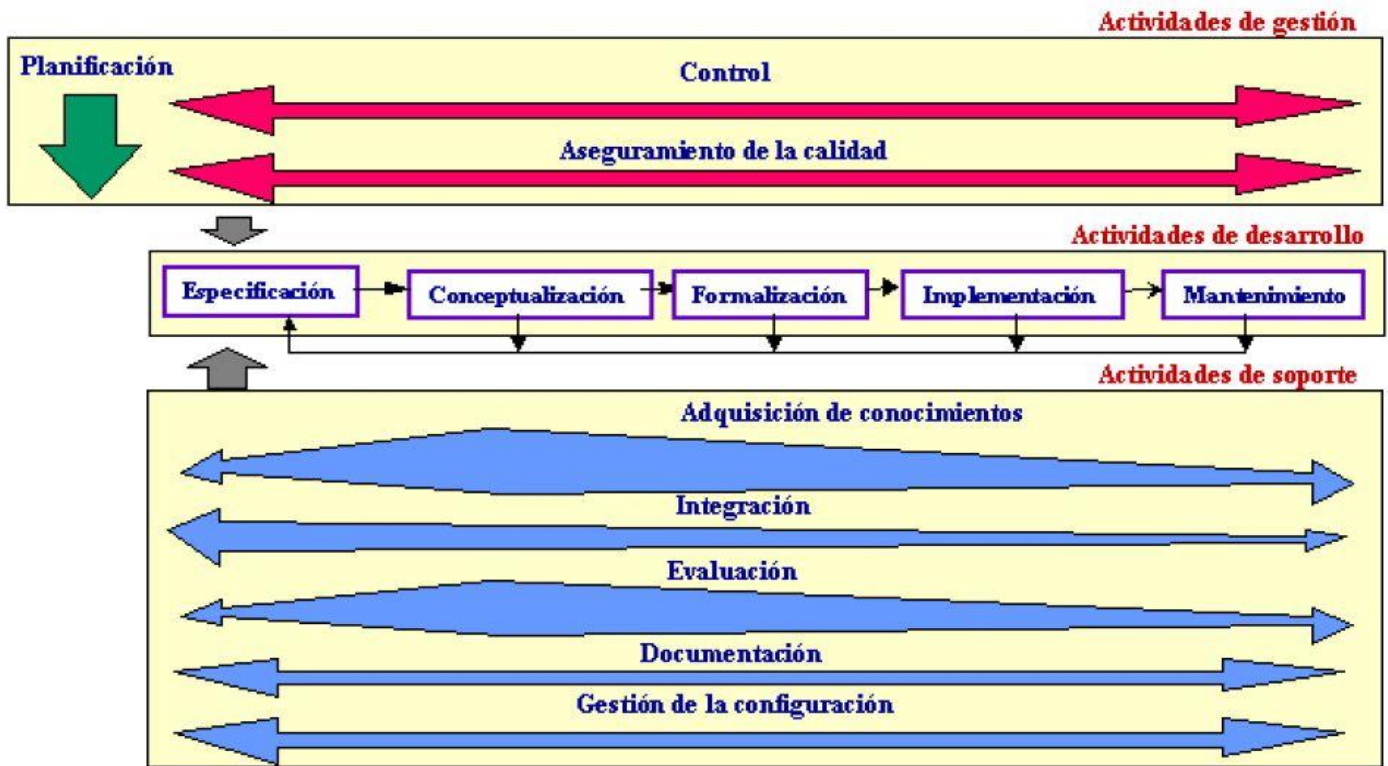


Figura 1: Ciclo de vida de desarrollo de la ontología

### 2.1.1 Especificación

Esta actividad permite determinar por qué se construye la ontología, cuál será su uso, y quiénes serán sus usuarios finales.

<b>Dominio</b>	Calidad
<b>Fecha</b>	4/03/2012
<b>Desarrollador(es)</b>	Yanet Mora Forján
<b>Propósito</b>	Se pretende construir una ontología con el objetivo de proveer una fuente de conocimiento común y bien estructurado para cualquier interesado del Grupo de gestión de la calidad del centro. Esta permitirá además, organizar, estructurar y actualizar la información existente sobre las áreas del nivel 3 de CMMI de una manera comprensible, tanto para los usuarios, como para las aplicaciones semánticas donde en un futuro pueda ser usada.
<b>Nivel de formalidad</b>	Formal
<b>Alcance</b>	Grupo de gestión de la calidad del CEDIN
<b>Fuentes de conocimiento</b>	1. Beth Chrissis, Mary, Konrad, Mike y Shrum, Sandy. CMMI Guía para la integración de procesos y la mejora de productos. Madrid: s.n., 2009.



Tabla 1: Especificación de requerimientos.

### 2.1.2 Conceptualización

Esta actividad es de especial cuidado, en ella se define lo fundamental para formalizar e implementar la Ontología. METHONTOLOGY indica una serie de tareas a realizar para completar esta actividad. A continuación en la **Figura 2** se ilustra el orden propuesto para crear los componentes durante la actividad de conceptualización.

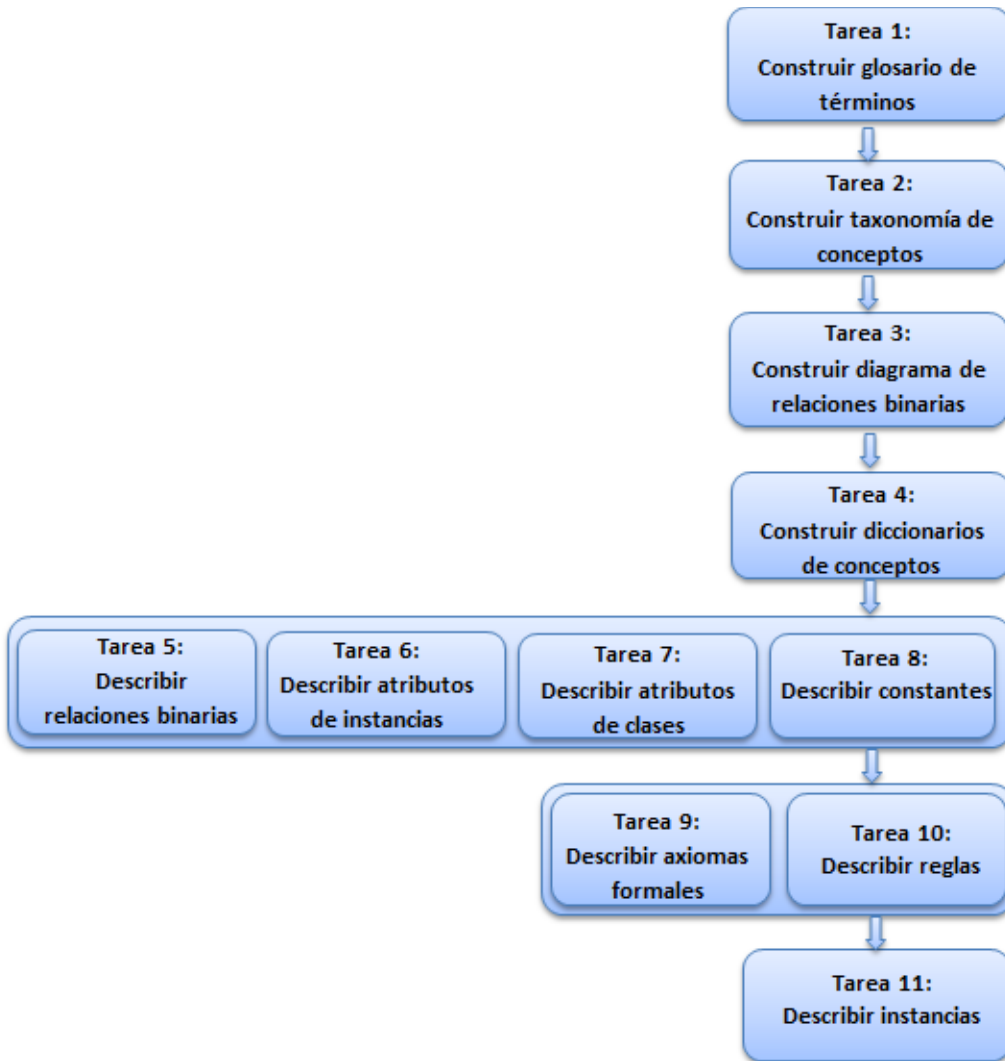


Figura 2: Tareas de conceptualización de Methontology.

La conceptualización se encarga de organizar y convertir una percepción informal del dominio en una especificación semi-formal, para lo cual utiliza un conjunto de representaciones intermedias que pueden ser



fácilmente comprendidas por los expertos de dominio y los desarrolladores de ontologías. Como el diagrama de clases que se muestra en la **figura 3** donde se puede ver las relaciones entre las clases.

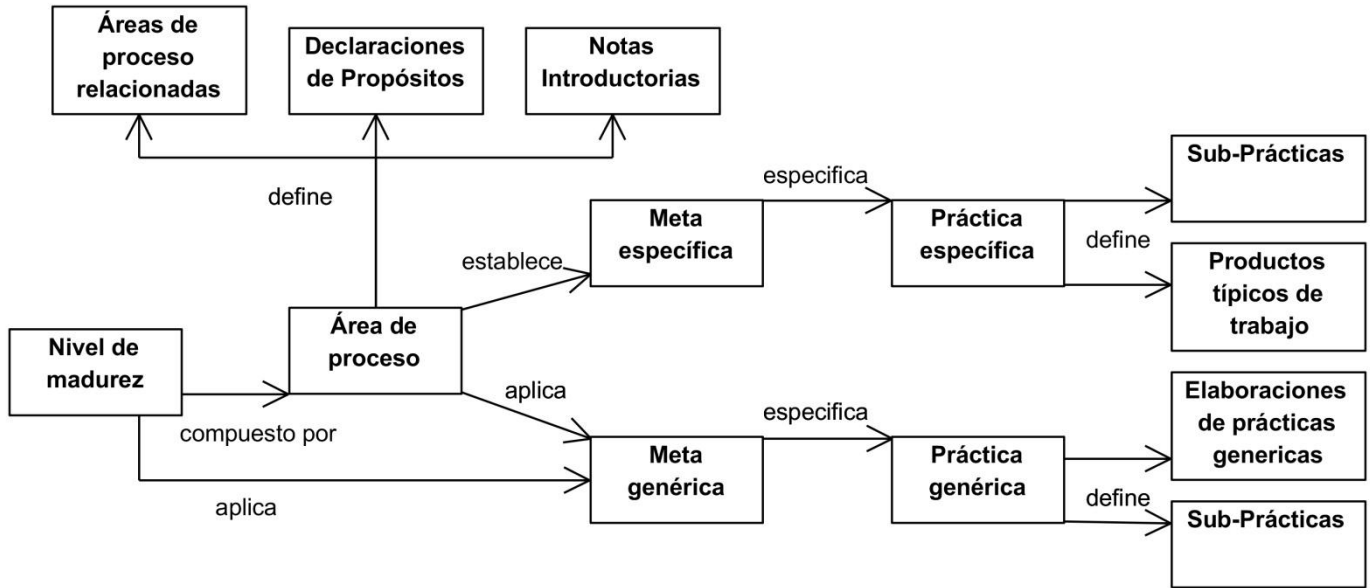


Figura 3 Diagrama de clases de la ontología

### 2.1.2.1 Tarea 1: Construir el glosario de términos.

El glosario de términos debe incluir todos los términos relevantes del dominio (conceptos, instancias, atributos, relaciones entre conceptos, etc.)

Número	Término	Acrónimos	Descripción	Tipo
1	Nivel de madurez	ML	Proporciona un conjunto de áreas de proceso que caracterizan diferentes comportamientos organizativos. Determina el camino seguido por una organización para pasar del nivel inicial al nivel en optimización.	Concepto
2	Área de proceso	PA	Grupo de prácticas relacionadas en un área que, cuando se implementan de forma conjunta, satisfacen un	Concepto



			grupo de objetivos considerados importantes para la mejora en esa área.	
3	Declaraciones de propósitos		Describe la finalidad del área de proceso y es un componente informativo.	Concepto
4	Notas introductorias		Describe los conceptos principales cubiertos por el área de proceso y es un componente Informativo.	Concepto
5	Áreas de proceso relacionadas		Lista las referencias a áreas de proceso que están en relación y refleja las relaciones de alto nivel entre las áreas de proceso. Es un componente informativo.	Concepto
6	Meta específica	SG	Describe las características únicas que deben estar presentes para satisfacer el área de proceso. Una meta específica es un componente requerido del modelo que se utiliza en las evaluaciones para ayudar a determinar si se satisface un área de proceso.	Concepto
7	Metas genéricas	GG	Describe las características que deben estar presentes para institucionalizar los procesos que implementan un área de proceso. Una meta genérica es un componente requerido del modelo y se utiliza en las evaluaciones para determinar si se satisface un área de proceso.	Concepto
8	Prácticas específicas	SP	Descripción de una actividad que se considera importante para alcanzar la meta específica asociada. Las prácticas específicas describen las actividades que se espera que produzcan la consecución de	Concepto



			las metas específicas de un área de proceso. Una práctica específica es un componente esperado del modelo.	
9	Productos de trabajo típicos		Lista muestras de resultados de una práctica específica. Estos ejemplos se denominan productos de trabajo típicos porque a menudo hay otros productos de trabajo que son igual de eficaces pero no están en la lista. Un producto de trabajo típico es un componente informativo del modelo.	Concepto
10	Subprácticas		Descripción detallada que proporciona una guía para interpretar e implantar una práctica específica o genérica. Las subprácticas pueden tomar un carácter prescriptivo, pero realmente son un componente informativo indicado sólo para proporcionar ideas que puedan ser útiles para la mejora de proceso.	Concepto
11	Prácticas genéricas	GP	Se denominan “genéricas” porque la misma práctica se aplica a múltiples áreas de proceso. Una práctica genérica es la descripción de una actividad que se considera importante para el logro de la meta genérica asociada. Una práctica genérica es un componente esperado del modelo.	Concepto
12	Elaboraciones de las prácticas genéricas		Aparece después de una práctica genérica en un área de proceso, para proporcionar una guía sobre cómo la práctica genérica debería aplicarse de forma exclusiva al área de proceso. Una	Concepto



			elaboración de práctica genérica es un componente informativo del modelo. (5)	
13	aplica		Relación que existe entre los conceptos Área de proceso y Metas genéricas. Además entre Nivel de madurez y Meta genérica.	Relación
14	establece		Relación que existe entre los conceptos Área de proceso y Meta específica	Relación
15	específica		Relación que se establece entre el concepto Meta específica y Prácticas específica. Además entre Metas genéricas y Prácticas genéricas.	Relación
16	define		Relación que existe entre el concepto Prácticas específica y los conceptos Productos de trabajo típicos y Subprácticas. Además de área de proceso con Declaraciones de propósitos, Notas introductorias y Áreas de proceso relacionadas.	Relación
17	compuesto_por		Relación que se establece entre el concepto Nivel de madurez y Área de proceso	Relación

Tabla 2: Glosario de términos

### 2.1.2.2 Tarea 2: Construir la taxonomía de conceptos.

Cuando el glosario de términos tenga una cantidad importante de elementos, se debe construir una taxonomía que defina la jerarquía entre los conceptos.

Luego de haber definido los conceptos se define la taxonomía indicando cual clase es padre y cual hija como se muestra en la **Tabla 3**.



Clase Padre	Clase Hija
Nivel de Madurez	Área de proceso
Área de proceso	Meta específica
Área de proceso	Meta genérica
Área de proceso	Declaraciones de propósito
Área de proceso	Notas introductorias
Área de proceso	Áreas de proceso relacionadas
Meta específica	Práctica específica
Meta genérica	Práctica genérica
Práctica específica	Productos típicos de trabajo
Práctica específica	Sub-prácticas
Práctica genérica	Sub-prácticas
Práctica genérica	Elaboraciones de prácticas genéricas

Tabla 3: Definición de la taxonomía.

### 2.1.2.3 Tarea 3: Construir un diagrama de relaciones binarias.

El objetivo de este diagrama es establecer las relaciones entre los conceptos de una o más taxonomías de conceptos.

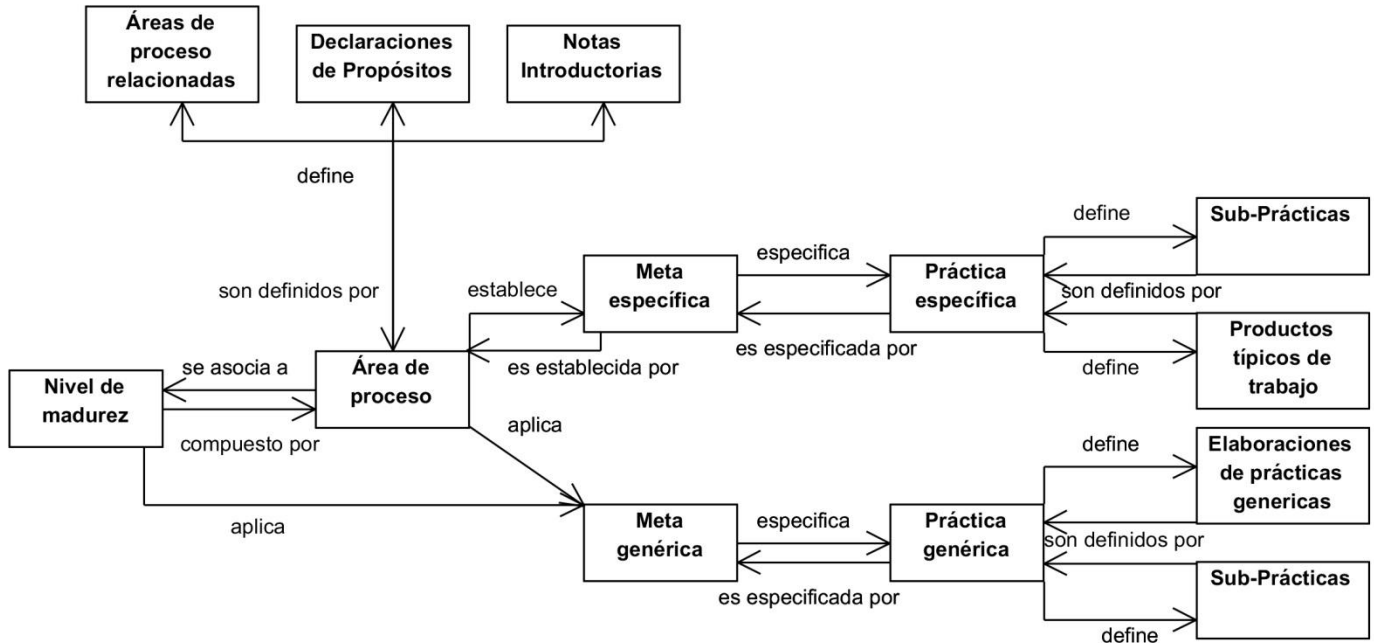


Figura 4: Diagrama de relaciones binarias

**2.1.2.4 Tarea 4: Construir el diccionario de conceptos.**

El diccionario de conceptos contiene los conceptos del dominio, sus relaciones, instancias, atributos de clases y atributos de instancias. Las relaciones, atributos de instancias, y atributos de clases son locales al concepto, lo que significa que sus nombres pueden repetirse en diferentes conceptos. Para completar esta tarea se definieron los atributos de las clases

Concepto	Instancia	Atributos de clase	Atributos de instancia	Relaciones
Nivel de madurez	Nivel de madurez 3	--	Nombre	Compuesto por aplica
Área de proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Análisis de decisiones y resolución</li> <li>•Gestión integrada del proyecto</li> <li>•Definición de procesos de la organización</li> <li>•Enfoque en procesos de la organización</li> <li>•Formación organizativa</li> <li>•Integración de producto</li> <li>•Desarrollo de Requerimientos</li> <li>•Gestión de riesgos</li> <li>•Solución técnica</li> </ul>	--	Siglas	Aplica Establece define





	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Validación</li> <li>•Verificación</li> </ul>			
<b>Declaraciones de propósitos</b>	Declaraciones de propósito DAR Declaraciones de propósito OPF Declaraciones de propósito OPD Declaraciones de propósito IPM Declaraciones de propósito PI Declaraciones de propósito TS Declaraciones de propósito OT Declaraciones de propósito RD Declaraciones de propósito RSKM Declaraciones de propósito VAL Declaraciones de propósito VER	--	--	Es definido por
<b>Notas introductorias</b>	Notas introductorias DAR Notas introductorias OPF Notas introductorias OPD Notas introductorias IPM Notas introductorias PI Notas introductorias TS Notas introductorias OT Notas introductorias RD Notas introductorias RSKM Notas introductorias VAL Notas introductorias VER	--	--	Es definido por
<b>Áreas de proceso relacionadas</b>	Áreas de proceso relacionadas DAR Áreas de proceso relacionadas OPF Áreas de proceso relacionadas OPD Áreas de proceso relacionadas IPM Áreas de proceso relacionadas PI Áreas de proceso relacionadas TS Áreas de proceso relacionadas OT Áreas de proceso relacionadas RD Áreas de proceso relacionadas RSKM Áreas de proceso relacionadas VAL Áreas de proceso relacionadas VER	--	--	Es definido por
<b>Meta específica</b>	Meta específica DAR Meta específica OPF Meta específica OPD Meta específica IPM Meta específica PI Meta específica TS Meta específica OT Meta específica RD Meta específica RSKM Meta específica VAL	--	Nombre	Específica Es establecida



	Meta específica VER			
<b>Metas genéricas</b>	Metas genéricas DAR Metas genéricas OPF Metas genéricas OPD Metas genéricas PM Metas genéricas PI Metas genéricas TS Metas genéricas OT Metas genéricas RD Metas genéricas RSKM Metas genéricas VAL Metas genéricas VER	--	Nombre	Específica Se aplica
<b>Prácticas específicas</b>	Prácticas específicas DAR Prácticas específicas OPF Prácticas específicas OPD Prácticas específicas IPM Prácticas específicas PI Prácticas específicas TS Prácticas específicas OT Prácticas específicas RD Prácticas específicas RSKM Prácticas específicas VAL Prácticas específicas VER	--	Nombre	Define Es especificadas por
<b>Productos de trabajo típicos</b>	Productos de trabajo típicos DAR Productos de trabajo típicos OPF Productos de trabajo típicos OPD Productos de trabajo típicos IPM Productos de trabajo típicos PI Productos de trabajo típicos TS Productos de trabajo típicos OT Productos de trabajo típicos RD Productos de trabajo típicos RSKM Productos de trabajo típicos VAL Productos de trabajo típicos VER	--	--	Es definido por
<b>Subprácticas</b>	Subprácticas DAR 1.1 Subprácticas OPF1.1 Subprácticas OPD1.1 Subprácticas IPM1.1 Subprácticas PI 1.1 Subprácticas TS 1.1 Subprácticas OT1.1 Subprácticas RD 1.1 Subprácticas RSKM 1.1 Subprácticas VAL1.1 Subprácticas VER 1.1	--	--	Es definido por



<p><b>Prácticas genéricas</b></p>	<p>Prácticas genéricas DAR Prácticas genéricas OPF Prácticas genéricas OPD Prácticas genéricas IPM Prácticas genéricas PI Prácticas genéricas TS Prácticas genéricas OT Prácticas genéricas RD Prácticas genéricas RSKM Prácticas genéricas VAL Prácticas genéricas VER</p>	<p>--</p>	<p>Nombre</p>	<p>define</p>
<p><b>Elaboraciones de las prácticas genéricas</b></p>	<p>Elaboraciones de las prácticas genéricas DAR Elaboraciones de las prácticas genéricas OPF Elaboraciones de las prácticas genéricas OPD Elaboraciones de las prácticas genéricas IPM Elaboraciones de las prácticas genéricas PI Elaboraciones de las prácticas genéricas TS Elaboraciones de las prácticas genéricas OT Elaboraciones de las prácticas genéricas RD Elaboraciones de las prácticas genéricas RSKM Elaboraciones de las prácticas genéricas VAL Elaboraciones de las prácticas genéricas VER</p>	<p>--</p>	<p>--</p>	<p>Es definido por</p>

Tabla 4: Diccionario de conceptos

**2.1.2.5 Tarea 5: Definir las relaciones binarias en detalle.**

Se crea la tabla de relaciones binarias en la que se describe detalladamente todas las relaciones binarias incluidas en el diccionario de conceptos. Para cada relación binaria se debe especificar: nombre, conceptos fuente, destino, cardinalidad y relación inversa.



Nombre de la relación	Concepto origen	Cardinalidad	Concepto destino	Relación inversa
Compuesto por	Nivel de madurez	1-n	Áreas de proceso	Asociada a
define	Áreas de proceso	1-n	Declaraciones de propósitos	Son definidas por
define	Áreas de proceso	1-n	Áreas de proceso relacionadas	Son definidas por
define	Áreas de proceso	1-n	Notas introductorias	Son definidas por
Establece	Áreas de proceso	1-n	Metas específicas	Son establecidas
Aplica	Nivel de madurez	1-1	Meta genérica	Se aplica
Especifica	Meta específica	1-n	Prácticas específicas	Especificada
Define	Prácticas específicas	1-n	Sub-prácticas	Son definidas
Define	Prácticas específicas	1-n	Productos típicos de trabajo	Son definidas
Especifica	Meta genérica	1-n	Práctica genérica	Son especificadas
Define	Práctica genérica	1-n	Elaboraciones de prácticas genéricas	Son definidas
Define	Práctica genérica	1-n	Sub-prácticas	Son definidas

Tabla 5: Tabla de Relaciones binarias.

### 2.1.2.6 Tarea 6: Describir atributos de instancias.

El objetivo de esta tarea es describir en detalle todos los atributos de instancias incluidos en el diccionario de conceptos. Para cada atributo se deben especificar los campos nombre, concepto al que pertenece (teniendo en cuenta que los atributos son locales al concepto), el tipo de valor, el valor del rango en caso de ser numérico y la cardinalidad.

Nombre del atributo de instancia	Concepto	Tipo de valor	Rango	Cardinalidad
Nombre	Nivel de Madurez Meta específica Práctica específica Meta genérica Práctica genérica	String	--	(1,1)

Tabla 6: Atributo de instancias

Las tareas 7 Definir atributos de clases y la 8 definir constantes, que propone Methontology no se aplican debido a que se lleva a cabo un proyecto pequeño que no incluye atributos o constantes.

### 2.1.2.7 Tarea 9: Definir axiomas formales.

Son expresiones lógicas siempre verdaderas que suelen utilizarse para definir restricciones en la ontología.



Nombre Axioma	Descripción	Expresión	Conceptos	Relaciones
Axioma Nivel-GG	El nivel de madurez 3 aplica solo la meta genérica 3	Aplica <b>only</b> (Meta genérica)	Nivel de madurez Meta genérica	Aplica

Tabla 7: Ejemplo de axioma formal de la ontología.

### 2.1.2.8 Tarea 10: Definir reglas.

Se utilizan normalmente para inferir conocimientos en la ontología, tales como valores de atributos, instancias de relaciones, etc.

Nombre regla	Descripción	Expresión	Conceptos	Relaciones
Regla SP	Una práctica específica tiene al menos un producto típico de trabajo y una subpráctica	define <b>some</b> (producto típico de trabajo and sub-práctica)	Práctica específica producto típico de trabajo sub-práctica	define

Tabla 8: Ejemplo de regla de la Ontología.

### 2.1.2.9 Tarea 11: Definir instancias.

Una vez creado el modelo conceptual de la ontología se deben definir las instancias. Para cada una de estas se debe definir nombre, concepto al que pertenece, atributo y valor del mismo.

Nombre instancia	Concepto	Atributo	Valor
Nivel de madurez 3	Nivel de madurez	Nombre	Definido

Tabla 9: Ejemplo de definición de instancias

## 2.1.3 Formalización

Esta etapa es la encargada de la transformación del modelo conceptual generado en la actividad anterior en un modelo formal o semi-computable. Para ello se utiliza el editor Protégé 3.3.1 donde se añaden los conceptos y relaciones anteriormente definidos. Primeramente en la pestaña OWL Clases del Protégé se añaden las clases según la jerarquía definida en la taxonomía de la ontología. Luego de añadidas todas las clases se crean las restricciones que se definieron previamente como los axiomas y reglas de Methontology. En esta misma pestaña se crean los disjoint entre las clases que no deben tener individuos en común. Para especificar las clases que son disjuntas de la seleccionada se deben añadir las mismas en el panel inferior Disjoint como muestra la **figura 5**.

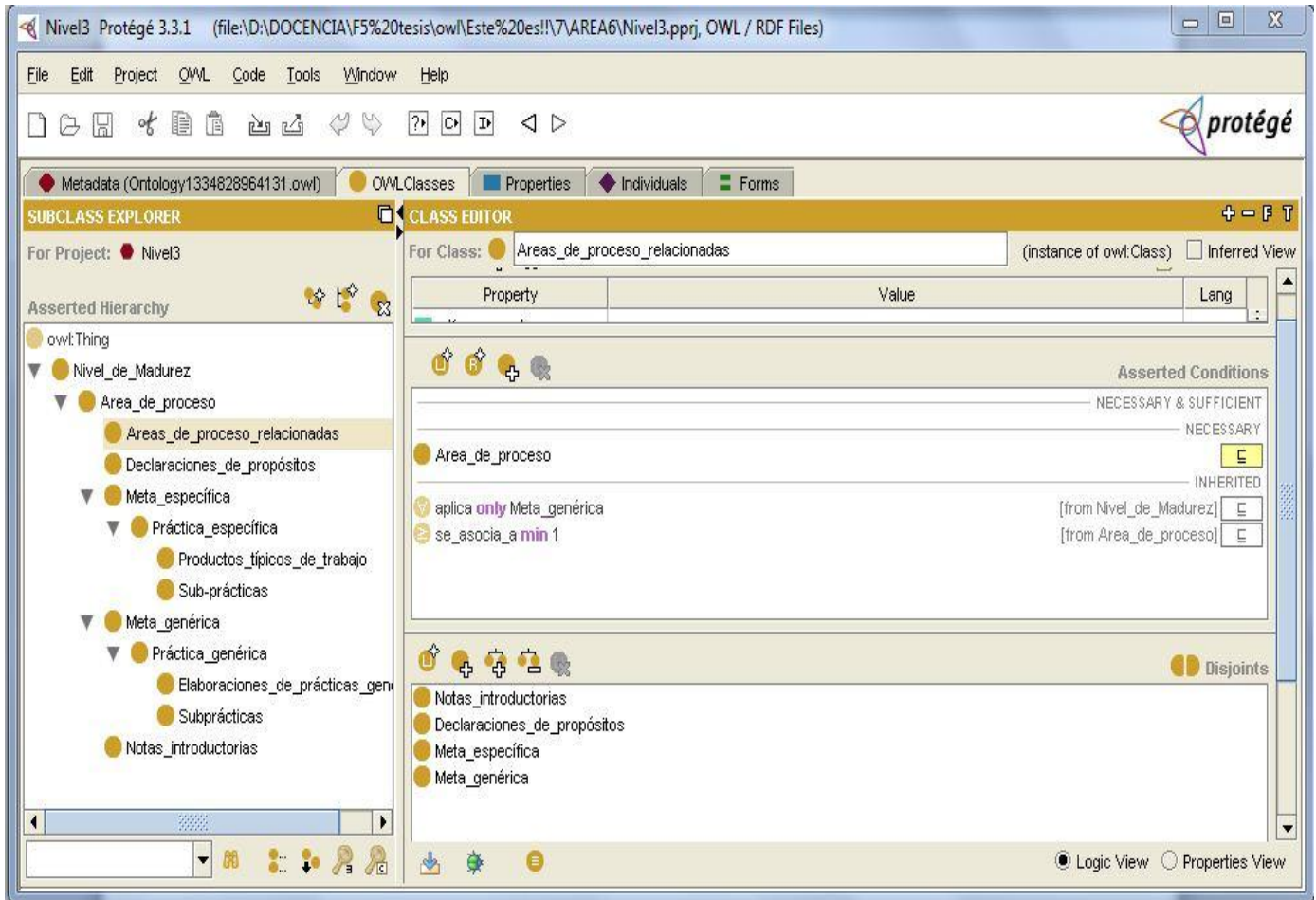


Figura 5: Pestaña clases del editor Protégé.

Seguidamente en la pestaña Properties se declaran las relaciones entre dichas clases como se ve en la **figura 6**. Existen dos tipos principales de propiedades Object properties y Datatype properties. Las Object properties enlazan un individuo a otro, mientras que las Datatype properties enlazan un individuo a un XML Schema Datatype value o a un literal RDF. Mientras se añaden las object properties deben definirse las propiedades inversas de estas, también se especifica el dominio y rango o sea las clases que se relacionan.

En la pestaña Data Properties del panel Properties se crean los atributos de las instancias anteriormente definidos en la tarea 6. En este caso solo se crea Nombre propiedad de tipo String, se deben especificar las clases que tendrán esta propiedad, como se muestra en la **figura 7**.

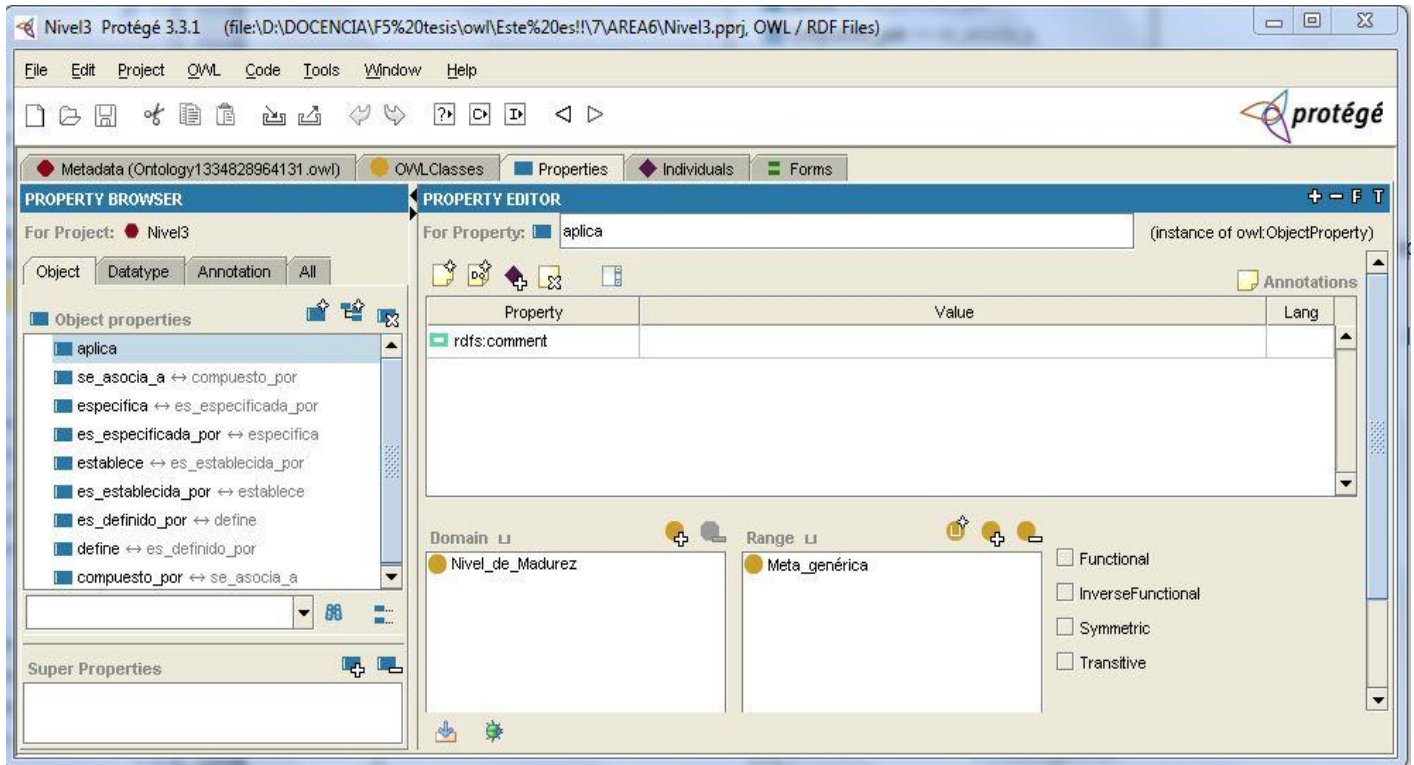


Figura 6: Pestaña Properties

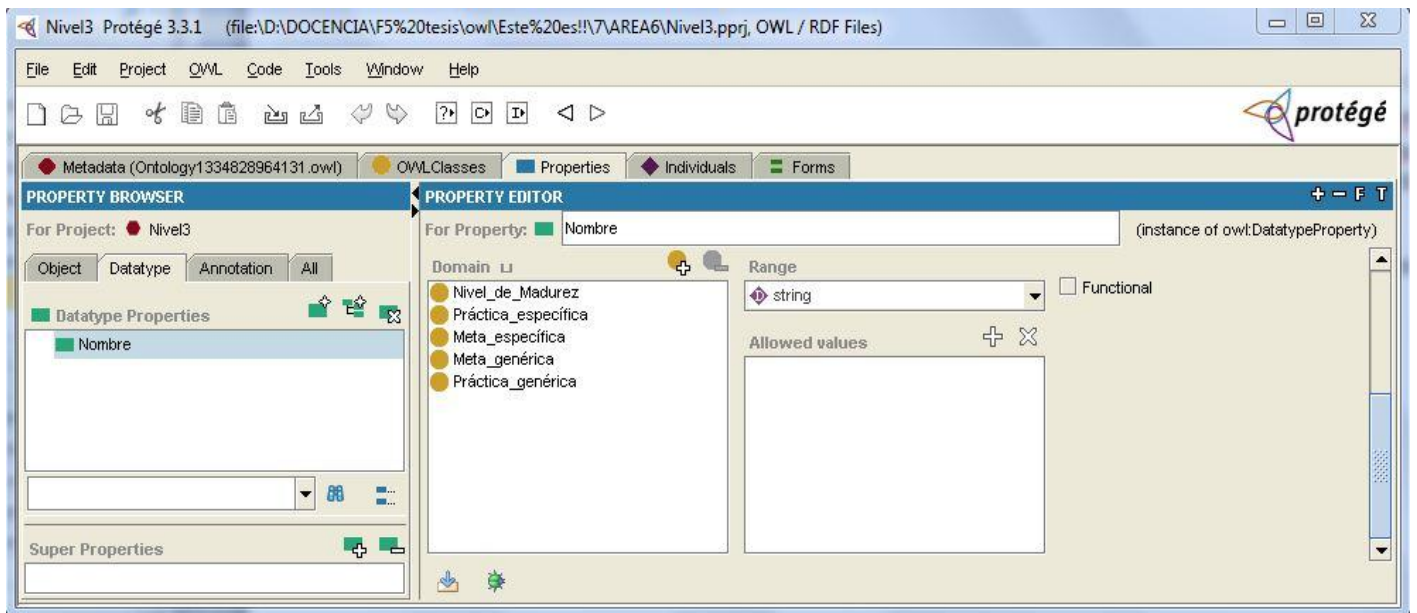
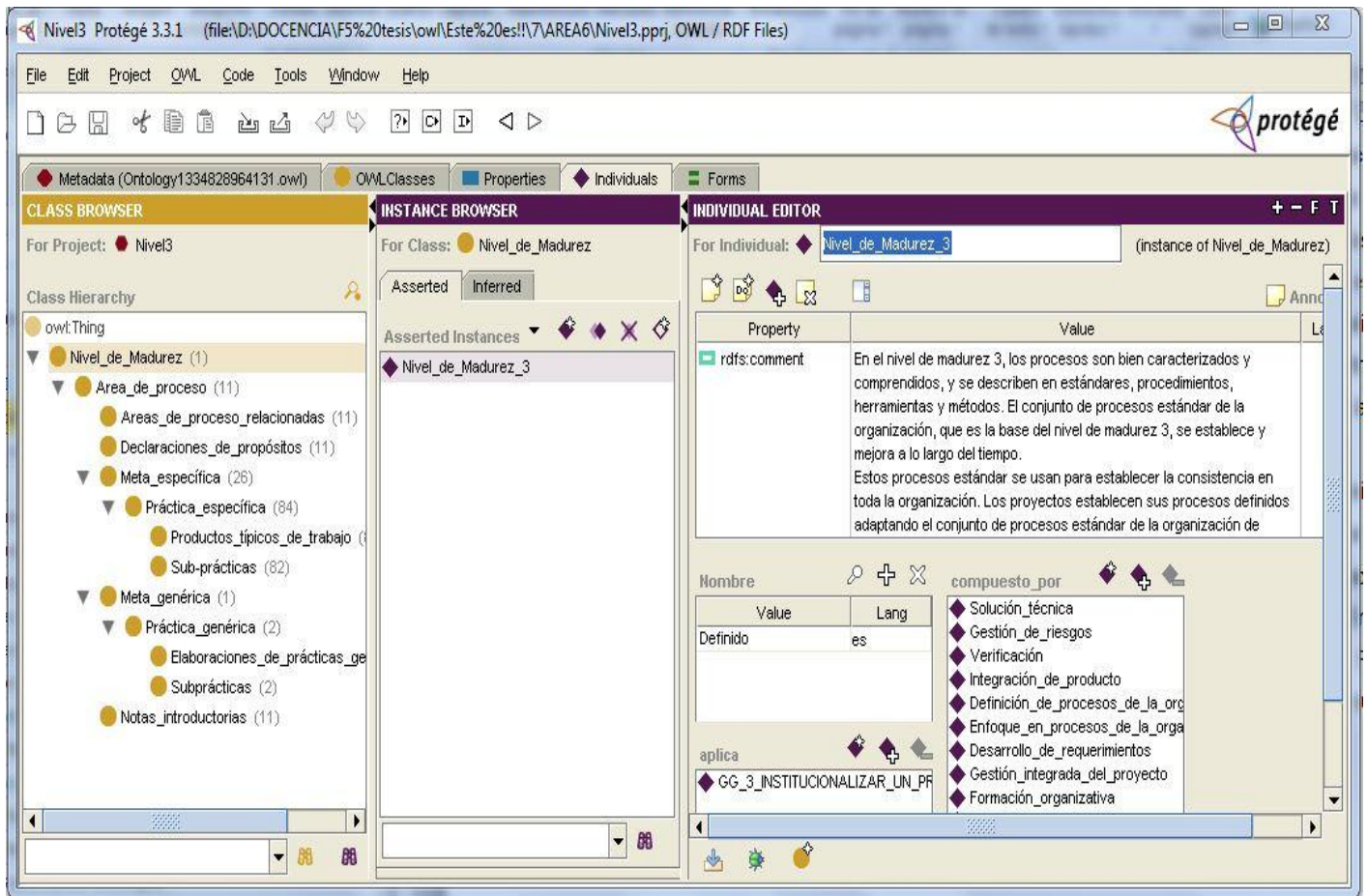


Figura 7: Datatype de la Pestaña Properties.



Luego de creada la estructura ontológica en la pestaña Individual se agregaron los individuos miembros de cada clase, estos son las instancias anteriormente definidas durante el desarrollo de la metodología. En este paso se llena de información la ontología y se relacionan los individuos como lo hacen sus clases. En la **figura 8** se ilustra la Pestaña Individuos



**Figura 8: Individuos de la ontología**

Una vez terminada la formalización de la ontología usamos el razonador Pellet 1.3 para probar la consistencia de la ontología, clasificar la taxonomía, realizar inferencia y buscar errores. En el menú OWL se selecciona *Check consistency* el razonador comprueba la consistencia y devuelve la pantalla de la **figura 9** que da como resultado que no existen inconsistencias en la ontología. En el mismo menú se seleccionó





también *classify taxonomy*, *compute inferred types* y *Run ontology test*, todos devolvieron resultados positivos.

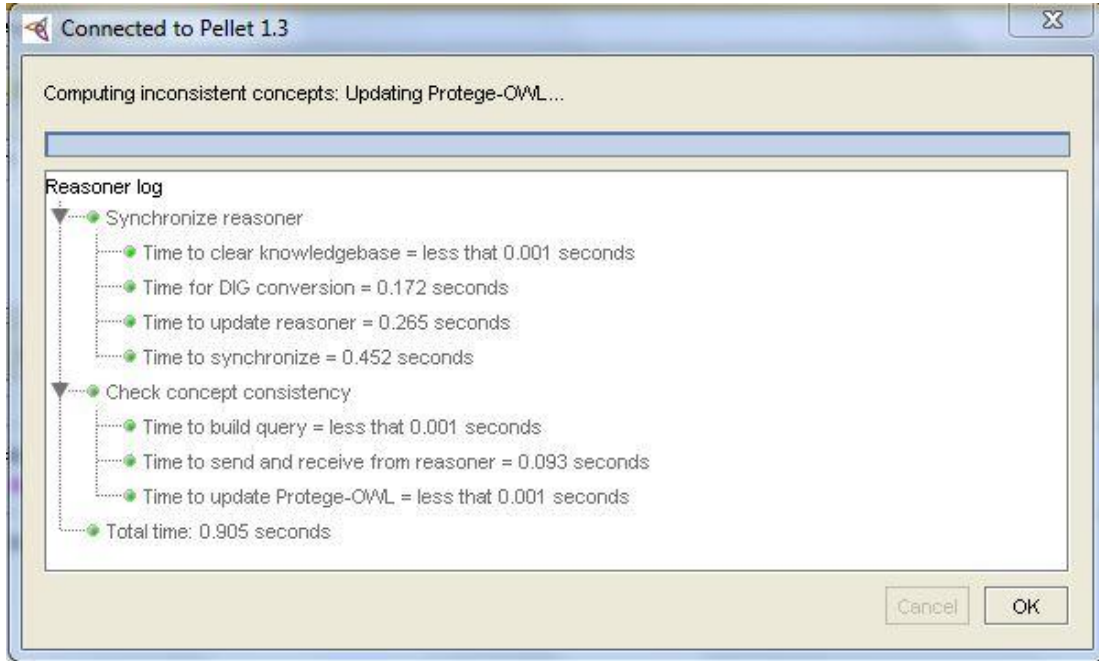


Figura 9: Pantalla de inconsistencias del Pellet

El **OWL Viz** es un plugin para Protégé que nos permite la visualización de un diagrama de grafos con los conceptos de la ontología según su jerarquía, como se puede observar en la **figura 10**.

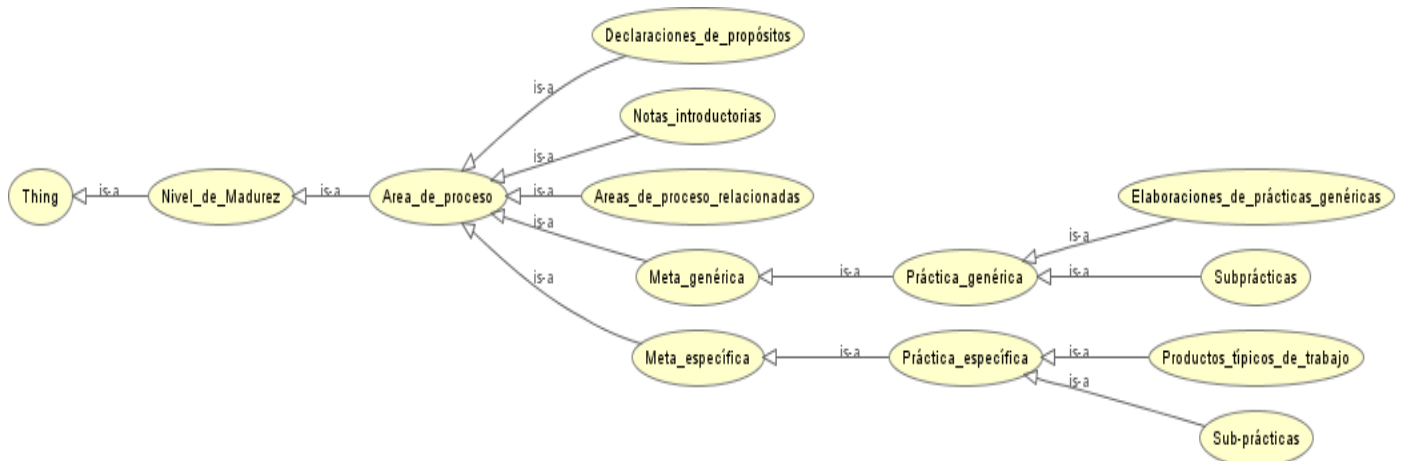


Figura 10: Diagrama de la Pestaña OWL Viz



#### 2.1.4 Implementación

En esta actividad se construyen modelos computables en un lenguaje de ontologías. Protégé reconoce Frames, XML (Extensible Markup Language) Schema, RDF (Resource Description Framework) Schema y OWL que son lenguajes semánticos utilizados en la Web, en contraposición a la rigidez del HTML (HyperText Markup Language). (29) Protégé permite realizar programas en OWL brindando facilidades para ello, gracias a su entorno gráfico pero a la vez nos permite el acceso a su código fuente.

Aquí se muestran algunos extractos de los elementos más significativos que se crean como son clases, relaciones, individuos y propiedades. Estos muestran cómo se codifican los datos de la propuesta ontológica.

La declaración de las clases cumple con la jerarquía definida anteriormente por ejemplo la clase *Área de proceso* es subclase de *Nivel de madurez*.

```
<owl2xml:SubClassOf>
<owl2xml:Class owl2xml:URI="Area_de_proceso"/>
<owl2xml:Class owl2xml:URI="Nivel_de_Madurez"/>
</owl2xml:SubClassOf>
```

Las relaciones entre las clases se declaran estableciendo también las relaciones inversas como es el caso de compuesto\_por relación entre Nivel de madurez y Área de proceso y la inversa se asocia\_a.

```
<owl2xml:InverseObjectProperties>
<owl2xml:ObjectProperty owl2xml:URI="compuesto_por"/>
<owl2xml:ObjectProperty owl2xml:URI="se_asocia_a"/>
</owl2xml:InverseObjectProperties>
```

Los atributos también se asocian a clases como se definió en la pestaña Data Propiedades, por ejemplo la clase *Nivel de madurez* tiene un atributo llamado *Nombre* y se define de la siguiente forma:

```
<owl2xml:DataPropertyDomain>
<owl2xml:DataProperty owl2xml:URI="Nombre"/>
<owl2xml:Class owl2xml:URI=" Nivel_de_Madurez"/>
</owl2xml:DataPropertyDomain>
```



Los Individuos representan el conocimiento de la ontología, por ejemplo las declaraciones de propósitos del área de proceso Análisis de decisiones y resolución DAR se definen de la siguiente manera.

```
<owl2xml:EntityAnnotation>
<owl2xml:Individual owl2xml:URI="Declaraciones_de_propositos_DAR"/>
<owl2xml:Annotation owl2xml:annotationURI="&rdfs;comment">
<owl2xml:Constant owl2xml:datatypeURI="&xsd;string">El propósito del Análisis de decisiones y Resolución
(DAR) es analizar las decisiones posibles utilizando un proceso de evaluación formal que
Evalúa alternativas identificadas frente a criterios establecidos</owl2xml:Constant>
</owl2xml:Annotation>
</owl2xml:EntityAnnotation>
```

### 2.1.5 Mantenimiento

Esta actividad permite la actualización y corrección de la ontología. El mantenimiento de software se define como “cualquier modificación de un producto de software, después de su entrega, para corregir errores, mejorar el rendimiento u otros atributos, o a la acción de adaptar el producto a un entorno que cambia” (30) Para el mantenimiento de la ontología en cuestión se diseñará un mecanismo para preparar a varios integrantes del GCC de CEDIN en el trabajo con el editor Protégé, para que en caso de la necesidad de alguna modificación de la información, puedan realizar los cambios pertinentes. En caso de que ocurra algún error en el sistema que utilice la ontología o algún mal funcionamiento en la propia ontología, estos puedan ser corregidos y actualizados propiamente.

### 2.2 Conclusiones del Capítulo

En el presente capítulo se utilizó la metodología Methontology para la construcción de la ontología deseada, se siguieron los pasos que esta propone en cada etapa, principalmente las tareas que propone la actividad conceptualización. Se implementó en el editor Protégé lo propuesto en el proceso de aplicación de la metodología. Por lo que quedó realizado el diseño e implementación de la ontología que servirá como herramienta de información del nivel 3 de madurez de la norma CMMI.



## Capítulo 3: Validación de la Propuesta

### Introducción al capítulo.

En el presente capítulo se probará en la práctica la propuesta ontológica creada en el capítulo anterior. Se abordarán algunas de las características principales relacionadas con el contenido del dominio, se mostrará de manera física el funcionamiento de la ontología creada, y tres métodos para validar la propuesta ontológica, la validación mediante el Servicio de Validación Web de la W3C (*World Wide Web Consortium*), la exportación de la propuesta ontológica a un modelo de almacenamiento persistente basado en Base de Datos y la evaluación por especialistas.

### 3.1 Servicio de Validación Web de la W3C.

El **World Wide Web Consortium** fue creada el 1 de octubre de 1994 por Tim Berners-Lee en el MIT, es una comunidad internacional que desarrolla estándares que aseguran el crecimiento de la Web a largo plazo. Además de la clásica “web de los documentos” El W3C está ayudando a construir un conjunto de tecnologías para apoyar una “Red de datos,” el tipo de datos que se encuentran en bases de datos. El objetivo último de la web de los datos es permitir a las computadoras hacer el trabajo más útil y desarrollar sistemas que puedan apoyar las interacciones de confianza en la red. El término “Web semántica” se refiere a la visión del W3C de la Web de los datos vinculados. Las tecnologías de la web semántica permiten a las personas crear recopilaciones de datos en la web, crear vocabularios, y escribir las reglas para el manejo de datos. Los datos vinculados se encuentran facultados por tecnologías como RDF, SPARQL, OWL, y SKOS.

La W3C cuenta con un servicio de validación de archivos RDF, servicio que permite al usuario conocer cuando la ontología o el archivo poseen inconsistencias, verifica la taxonomía de dicha ontología, etc.



**W3C** **RDF** **Powered** **Validation Service**

Home Documentation Feedback

**Validation Results**

Your RDF document validated successfully.

**Triples of the Data Model**

Number	Subject	Predicate	Object
1	http://www.semanticweb.org/ontologies/2012/3/Ontology1334828964131.owl	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type	http://www.w3.org/2002/...
2	http://www.semanticweb.org/ontologies/2012/3/Ontology1334828964131.owl#Análisis_de_decisiones_y_resolucion	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type	http://www.semanticweb.org/ontologies/2012/3/Ontology1334828964131.c...
3	http://www.semanticweb.org/ontologies/2012/3/Ontology1334828964131.owl#Análisis_de_decisiones_y_resolucion	http://www.semanticweb.org/ontologies/2012/3/Ontology1334828964131.owl#aplica	http://www.semanticweb.org/ontologies/2012/3/Ontology1334828964131.c...
4	http://www.semanticweb.org/ontologies/2012/3/Ontology1334828964131.owl#Análisis_de_decisiones_y_resolucion	http://www.semanticweb.org/ontologies/2012/3/Ontology1334828964131.owl#se_asocia_a	http://www.semanticweb.org/ontologies/2012/3/Ontology1334828964131.c...
5	http://www.semanticweb.org/ontologies/2012/3/Ontology1334828964131.owl#Análisis_de_decisiones_y_resolucion	http://www.semanticweb.org/ontologies/2012/3/Ontology1334828964131.owl#establece	http://www.semanticweb.org/ontologies/2012/3/Ontology1334828964131.c...
6	http://www.semanticweb.org/ontologies/2012/3/Ontology1334828964131.owl#Análisis_de_decisiones_y_resolucion	http://www.semanticweb.org/ontologies/2012/3/Ontology1334828964131.owl#define	http://www.semanticweb.org/ontologies/2012/3/Ontology1334828964131.c...
7	http://www.semanticweb.org/ontologies/2012/3/Ontology1334828964131.owl#Análisis_de_decisiones_y_resolucion	http://www.semanticweb.org/ontologies/2012/3/Ontology1334828964131.owl#define	http://www.semanticweb.org/ontologies/2012/3/Ontology1334828964131.c...
8	http://www.semanticweb.org/ontologies/2012/3/Ontology1334828964131.owl#Análisis_de_decisiones_y_resolucion	http://www.semanticweb.org/ontologies/2012/3/Ontology1334828964131.owl#define	http://www.semanticweb.org/ontologies/2012/3/Ontology1334828964131.c...
9	http://www.semanticweb.org/ontologies/2012/3/Ontology1334828964131.owl#aplica	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type	http://www.w3.org/2002/...
10	http://www.semanticweb.org/ontologies/2012/3/Ontology1334828964131.owl#aplica	http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#domain	http://www.semanticweb.org/ontologies/2012/3/Ontology1334828964131.c...

Jump To:  
[Source](#)  
[Triples](#)  
[Messages](#)  
[Graph](#)  
[Feedback](#)  
[Back to Validator Input](#)

Figura 11: Resultados de la validación

### 3.2 Validación mediante consultas a la base de datos.

Una ontología tiene valor cuando está bien elaborada y es útil para el fin que se pensó. La misma debe ser capaz de responder una serie de preguntas propuestas por el usuario o sistema que la utilice.

#### 3.2.1 Exportación a un modelo persistente basado en base de datos.

Para lograr la exportación a un modelo de almacenamiento persistente, es necesario utilizar el plugin de la librería Jena para Protégé, protege2jena, el cual permite copiar los datos del archivo OWL a un modelo relacional. Este plugin nos brinda la facilidad de realizar este proceso desde el mismo Protégé.

Para realizar esta acción es necesario seguir los siguientes pasos:

1. Extraer el plugin dentro de la carpeta plugins de la instalación del Protégé.
2. Abrir el editor Protégé con el archivo OWL que se quiera exportar a almacenamiento persistente.
3. Seleccionar en el menú File, la opción Export to format, dentro de esta seleccionar la opción Jena Persistent Model.



4. Completar la información solicitada en el cuestionario de la ventana emergente.



Figura 12: Exportando a almacenamiento persistente.

Se utilizará una base de datos MySQL, con el nombre nivel3, para lo que se utilizó como servidor el WAMP5. Una vez hecho esto, ya se habrá exportado el modelo ontológico a un modelo persistente en una base de datos. Para el trabajo con el modelo persistente, se utilizó el IDE NetBeans 7.1, para realizar la conexión de la base de datos con el mismo se utilizó el jdbc (java database connectivity), un driver nativo de java.

Primeramente se crea el proyecto, seleccionando en el menú File la opción New Project, se selecciona la opción para el tipo de proyecto Java, y de tipo Java Application una vez creado, se debe agregar la librería Jena, que es la que permitirá trabajar con la ontología exportada, tal y como se muestra en la **Figura 13**.

En la pestaña Proyectos o Projects, se ejecuta clic derecho sobre el proyecto creado seleccionando la opción propiedades o Properties luego en la ventana que aparecerá a continuación, se selecciona en el panel izquierdo "categories" el menú Libraries y se selecciona la opción Add Library para crear la librería.

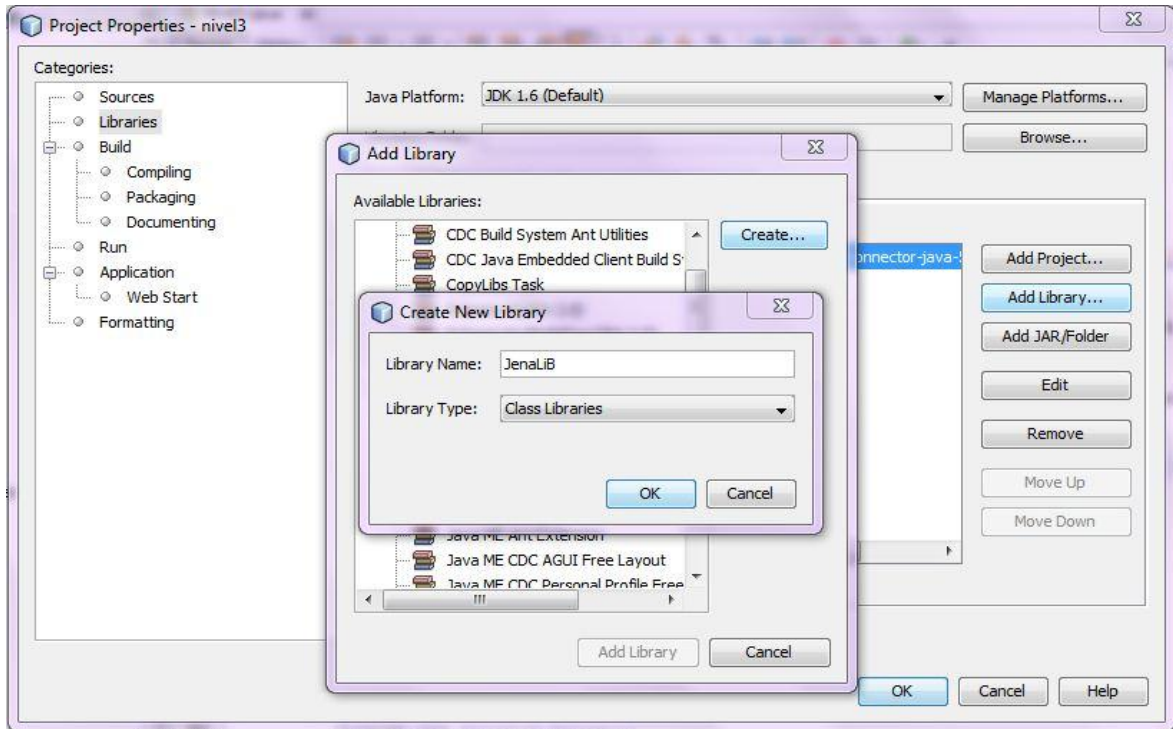


Figura 13: Adición de la librería de JENA

Luego se crea la conexión a la base de datos, especificando el nombre de la base de datos, el driver de conexión que en este caso es el JDBC, el user y el password para la conexión. Quedando como muestra la **Figura. 14.**

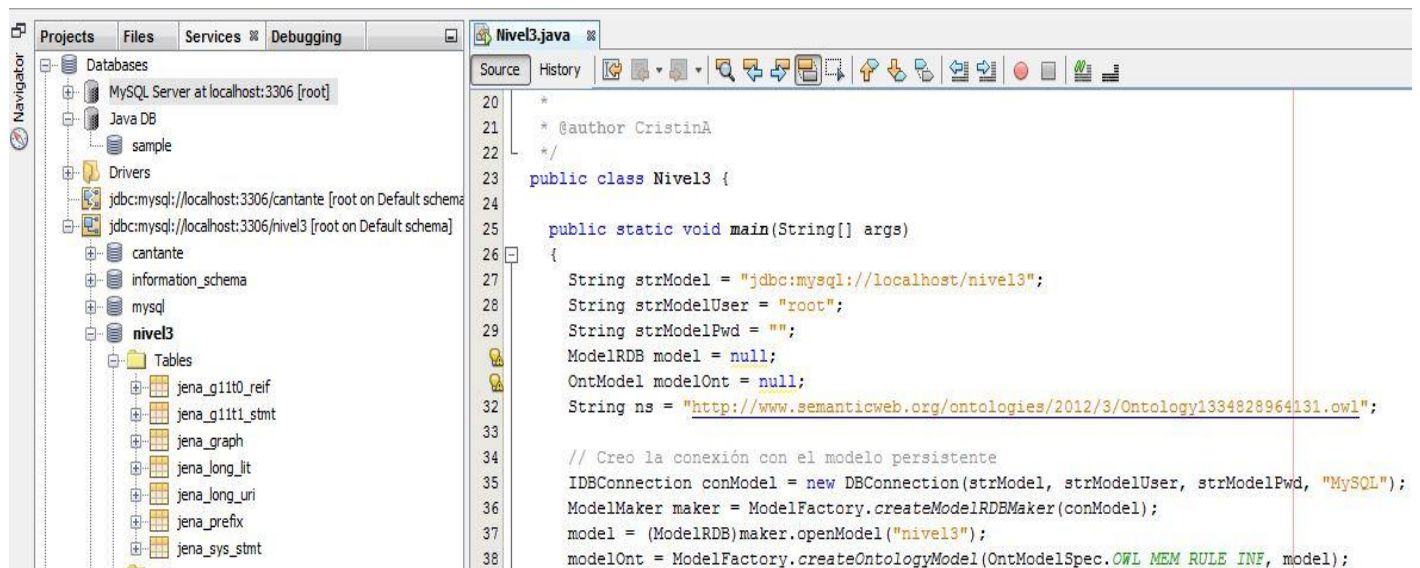


Figura 14: Conexión con la Base de datos



### 3.2.2 Consultas realizadas a la ontología previamente exportada al almacenamiento persistente.

Para validar la correcta realización de la ontología para el GGC del CEDIN, se proponen las siguientes preguntas, a convertir en consultas para el modelo ontológico exportado al modelo relacional, mediante almacenamiento persistente con base de datos.

Las preguntas son:

1. ¿Cuáles son las áreas de proceso que componen el nivel 3 de madurez de CMMI?

```

Output
Debugger Console x nivel3 (run) x
run:
Solución_técnica
Gestión_de_riesgos
Verificación
Definición_de_procesos_de_la_organizacion
Integración_de_producto
Enfoque_en_procesos_de_la_organizacion
Desarrollo_de_requerimientos
Gestión_integrada_del_proyecto
Formación_organizativa
Validación
Análisis_de_decisiones_y_resolucion
BUILD SUCCESSFUL (total time: 8 seconds)

```

Figura 15: Respuesta a la consulta 1.

2. ¿Qué productos típicos de trabajo define la práctica específica "SP 1.5 Gestionar el proyecto utilizandolos planes integrados" del área de Proceso Gestión integrada del Proyecto (IPM)?

```

Output - nivel3 (run)
run:
1. Productos de trabajo creados al realizar el proceso definido del
proyecto.
2. Medidas recogidas (Dreales) y registros o informes de progreso.
3. Requerimientos, planes y compromisos corregidos.
4. Planes integrados.
BUILD SUCCESSFUL (total time: 3 seconds)

```

Figura 16: Respuesta a la consulta 2.





3. ¿Cuál es la meta genérica que se aplica al nivel 3 de madurez?

```

Nivel3.java
Source History
81
82 Individual Nivel = modelOnt.getIndividual(ns + "#Nivel_de_Madurez_3" );
83 Property aplica = modelOnt.getProperty(ns + "#aplica");
84 NodeIterator j= Nivel.listPropertyValues(aplica);
85 OntResource MetaG= (OntResource)j.next();
86 String print = MetaG.getLocalName();
87 System.out.println(print);
88

Output - nivel3 (run)
run:
GG_3_INSTITUCIONALIZAR_UN_PROCESO_DEFINIDO
BUILD SUCCESSFUL (total time: 3 seconds)

```

Figura 17: Consulta y Respuesta de la pregunta 3

4. ¿Qué áreas de proceso se relacionan con el área Verificación?

```

Output - nivel3 (run)
run:
Para más informaci3n sobre la confirmaci3n de que un producto o componente de
producto se ajusta su uso previsto cuando es puesto en su entorno previsto, cons3ltese
el 3rea de proceso de Validaci3n.
Para m3s informaci3n sobre la generaci3n y el desarrollo de requerimientos del
cliente, del producto y del componente de producto, cons3ltese el 3rea de proceso
de Desarrollo de requerimientos.
Para m3s informaci3n sobre la gesti3n de requerimientos, cons3ltese el 3rea de
proceso de Gesti3n de requerimientos.
BUILD SUCCESSFUL (total time: 3 seconds)

```

Figura 18: Respuesta a la consulta 4.



5. ¿Qué prácticas específicas define la meta específica "SG 1 Establecer una capacidad de formación organizativa" del área de proceso Formación organizativa?

```
Output - nivel3 (run)
run:
SP 1.1 Establecer las necesidades de formación estratégicas.
SP 1.2 Determinar qué necesidades de formación son responsabilidad de la organización.
SP 1.3 Establecer un plan táctico de formación organizativa.
SP 1.4 Establecer la capacidad de formación.
BUILD SUCCESSFUL (total time: 9 seconds)
```

Figura 19: Respuesta a consulta 5.



### 3.3 Validación por especialistas

#### 3.3.1 El método Delphi

La filosofía del método Delphi intenta extraer los beneficios de la interacción directa de los métodos de expertos y elimina sus inconvenientes, por ello se escogió una variante del mismo para la validación y aceptación de la propuesta ontológica que se desarrolla en el Capítulo 2. El Delphi es un método de estructuración de la comunicación entre un grupo de personas que pueden aportar contribuciones valiosas para la resolución de un problema complejo; es uno de los métodos de pronosticación más confiables, a través de la elaboración estadística de las opiniones de un grupo de expertos en el tema tratado.

El método se basa en la organización de un *diálogo anónimo* entre los expertos consultados de modo individual, a partir de la aplicación de un cuestionario y con el propósito de obtener un consenso general o los motivos discrepantes entre estos. Los expertos, seleccionados previamente, se someten a una serie de interrogantes sucesivas, cuyas respuestas se procesan estadísticamente para conocer la coincidencia o discrepancia que estos tienen en cuanto a lo consultado. Este método posee tres características fundamentales: anonimato, retroalimentación controlada y respuesta estadística del grupo. (31)

Para la validación de la funcionalidad de este trabajo en el GGC del CEDIN no se utilizará el método clásico Delphi para la valoración de expertos, sino una variante para adecuarse a la objetividad de los especialistas del centro.

#### 3.3.2 Elección de los especialistas

Entiéndase por especialista a la persona, que cultiva o practica una rama determinada de un arte o ciencia. Los especialistas que se seleccionarán deben ser personas conocedoras del tema, con reconocida competencia y con experiencia que garanticen la confiabilidad de los resultados, que sean creativos y que estén interesados en participar en la evaluación de la encuesta, se valora su capacidad de análisis y pensamiento lógico.

Para la selección de los especialistas se siguieron los criterios siguientes:

Criterios de aceptación	Nivel de Importancia
Graduado de nivel superior.	5



Experiencia con el trabajo de administración de la calidad.	4
Conocimientos acerca de CMMI	5
Conocimiento acerca de la certificación de CMMI.	3
Disposición a participar en la encuesta.	4

**Tabla 10: Criterios para la aceptación de especialistas**

La selección de especialistas atendiendo a estos criterios, proporciona, la obtención de resultados con calidad, junto a otras cualidades propias, que son: la honestidad, la sinceridad y responsabilidad, haciendo que las opiniones brindadas sean confiables y válidas para el objetivo propuesto.

Los especialistas elegidos son:

- ✓ Odannis Enamorado Pérez.
- ✓ Rosalina Puerto Sorio.
- ✓ Belkis González Rodríguez.
- ✓ Yixi Sánchez Osorio.
- ✓ Yarelis Calderón Santos.
- ✓ Dayra Hechavarria Rodríguez.

### 3.3.3 Elaboración del cuestionario

Una vez seleccionados los expertos, se prosigue con la elaboración de la encuesta de validación. El cuestionario consta de siete preguntas y un espacio para la opinión de los encuestados donde se recoge lo positivo, negativo e interesante, para basado en esta opinión mejorar la ontología. El cuestionario fue creado de forma tal que las respuestas se categorizaran en (Muy adecuado (C1), Bastante adecuado (C2), Adecuado (C3), Poco adecuado (C4) y No adecuado (C5)). Todos son equivalentes a un peso numérico de 5, 4, 3, 2, 1 respectivamente. Para conocer en detalle el cuestionario de validación, ver **anexo 1**.



### 3.3.4 Análisis y procesamiento de los resultados.

#### 3.3.4.1 Establecimiento de la concordancia de los especialistas mediante el coeficiente de Kendall.

Un perfecto acuerdo entre los especialistas dará mayor validez a la propuesta, por lo que se necesita calcular el Coeficiente de Concordancia de Kendall (W) que ayuda a comprobar el grado de coincidencia de las valoraciones realizadas. Cálculo del coeficiente de concordancia de Kendall

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	Rj
Pregunta 1	4	4	4	5	4	3	32
Pregunta 2	5	5	5	5	5	4	29
Pregunta 3	5	5	5	5	5	5	30
Pregunta 4	3	5	5	5	5	3	26
Pregunta 5	5	5	4	5	5	5	29
Pregunta 6	5	4	4	4	4	5	34
Pregunta 7	4	4	5	4	5	5	29
							<b>209</b>

Tabla 11: Puntuación de respuestas en base a 5.

K es el número de expertos que intervienen en el proceso de validación, por lo que toma el valor de 6.

N cantidad de aspectos a validar. En este caso N = 7.

$R_j$  es la suma de los rangos asignados a cada pregunta por parte de los expertos.

$\bar{R}_j$  es la media de los rangos y se determina mediante la fórmula:

$$\bar{R}_j = \frac{\sum_{j=1}^n R_j}{N} \quad \bar{R}_j = \frac{209}{7} = 29.85$$

S es la suma de los cuadrados de las desviaciones y se calcula de la siguiente forma:

$$S = \sum_{j=1}^n (R_j - \bar{R}_j)^2$$

$$S = (32 - 29.85)^2 + (29 - 29.85)^2 + (30 - 29.85)^2 + (26 - 29.85)^2 + (29 - 29.85)^2 + (34 - 29.85)^2 + (29 - 29.85)^2$$

$$S = 5.9 + 0.7 + 0.02 + 14.8 + 0.7 + 17.2 + 0.7 = 40.02$$

Una vez que se tienen todos estos datos es posible calcular el Coeficiente de Kendall (W) a través de la fórmula



$$w = \frac{12s}{k^2(N^3 - N)}$$

$$w = \frac{12 * 40.02}{6^2(7^3 - 7)}$$

$$w = 0.0396$$

0.04 expresa el grado de acuerdo entre los 6 expertos al dar un orden evaluativo a las preguntas sometidas a valoración.

Luego se procede con el cálculo del Chi- Cuadrado para poder ver si existe concordancia entre los expertos:

$$x^2 = K(N - 1)W \quad x^2 = 6(7 - 1)0.04 = 1.43$$

El Chi cuadrado calculado se compara con el de las tablas estadísticas. Este se compara con el de la tabla inversa de la función de distribución de la variable Chi-Cuadrado con una probabilidad de error de 0,01.

Si  $x^2_{real} < x^2_{(\alpha, N-1)}$  entonces hay concordancia.  $x^2_{real} = 1.43$  es menor que  $x^2_{(0.01;6)} = 16.9$  lo cual corrobora el cumplimiento de la comparación y por tanto, existe concordancia entre los especialistas.

En esta gráfica se muestra el predominio de las opciones de Muy Adecuado y Bastante Adecuado sobre las demás. Demostrando la valía de la propuesta desarrollada.

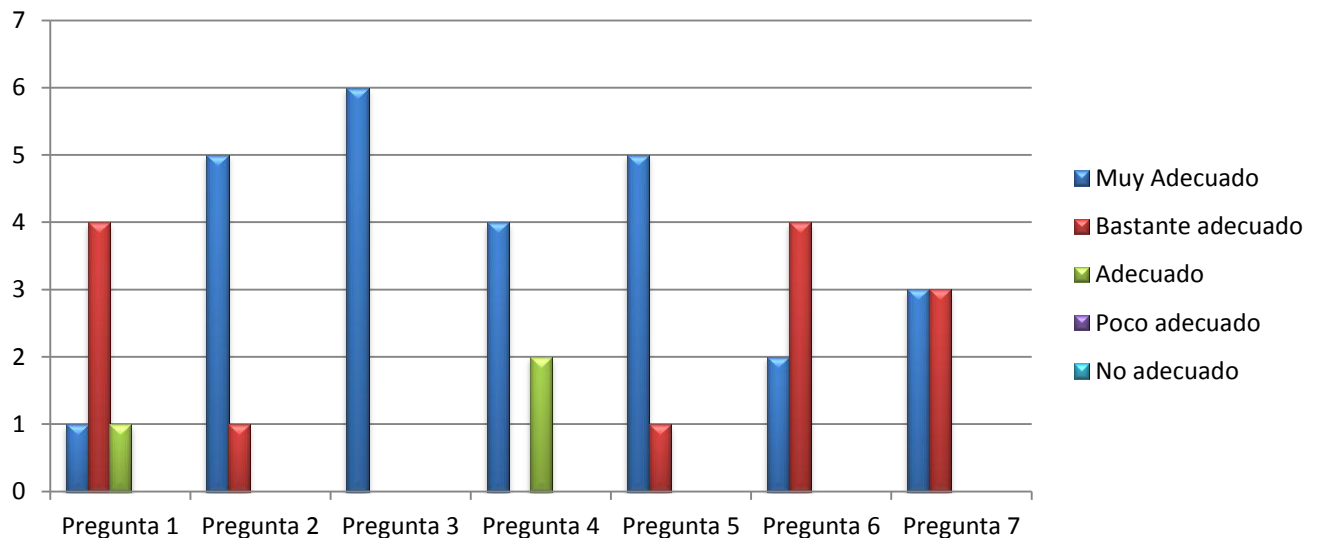


Figura 20: Adecuación de las preguntas.

Después de culminado el proceso de validación y computados todos los datos obtenidos los cuales arrojaron que el 62 % de las preguntas fueron catalogadas de Muy Adecuadas mientras que el 31% de



estas fueron catalogas de Bastante Adecuadas y el 7% restante de Adecuadas como se indica en la siguiente gráfica.

### Nivel de adecuación

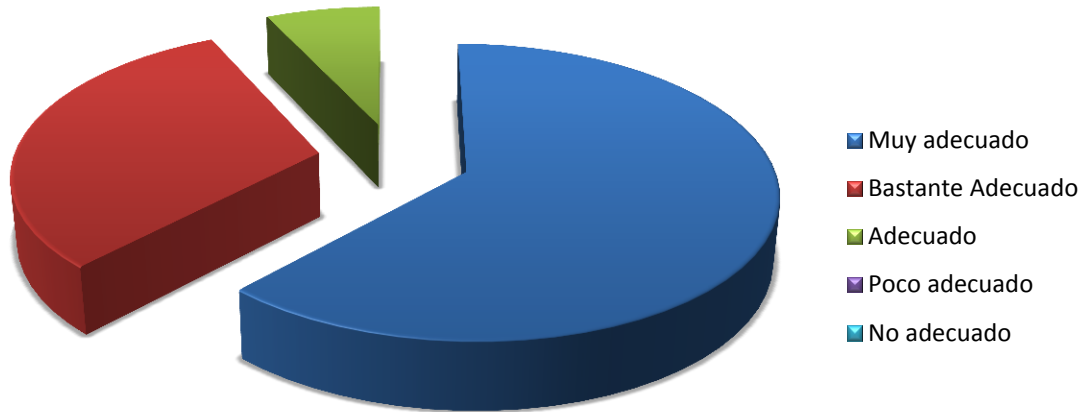


Figura 21: Porcientos de Adecuación.

### 3.4 Conclusiones del capítulo.

En el presente capítulo, se logró validar correctamente la propuesta ontológica diseñada en el capítulo anterior mediante tres vías. El Servicio online de Validación Web de la W3C que validó exitosamente el código enviado. La realización de consultas a la ontología realizada, previamente transformada y exportada de modelo ontológico a modelo relacional de base de datos permitió comprobar que se pueden formular preguntas a la ontología y estas son respondidas correctamente. **La aplicación de la variante del método Delphi aseguró que los especialistas consideren de utilidad la ontología desarrollada para el CEDIN.**



## Conclusiones generales

- ✓ La investigación realizada sobre el modelo CMMI y las áreas de proceso de su nivel 3 permitió obtener la información realmente relevante y auténtica necesaria para completar la propuesta ontológica.
- ✓ El estudio del estado del arte de las ontologías, las metodologías y tecnologías que se emplean en la construcción de las mismas, permitió establecer una comparativa y lograr una selección eficiente de estas.
- ✓ Se realizó el diseño e implementación de la propuesta ontológica, siguiendo el ciclo de vida que propone Methontology como metodología de desarrollo, donde se definieron los conceptos necesarios para la formalización e implementación de la ontología.
- ✓ Se validó correctamente la ontología creada, mediante tres vías, el Servicio online de Validación Web de la W3C, la realización de consultas a la ontología previamente exportada a base de datos y mediante una variante del método Delphi, la validación por especialistas.





## Recomendaciones

- ✓ Se recomienda la implementación de un Sistema de Información Basado en Ontologías o la creación de un sistema inteligente que permita consultar la información disponible en la ontología.
- ✓ Promover el uso correcto de la ontología en el GGC del CEDIN, para la preparación de sus integrantes con respecto al nivel 3 de madurez de CMMI. Además de enriquecer y mantener actualizada la propuesta sobre el modelo de conocimiento creado.
- ✓ Ampliar el alcance de la ontología para que cubra todos los niveles de madurez de la norma CMMI y extender su uso a los demás centros, para facilitar la gestión del conocimiento.



## Referencias bibliográficas

1. **Sánchez Fernández , Luis y Fernández García, Norberto.** La Web fundamentos y breve "estado del arte". *Revista Novática*. [En línea] noviembre- diciembre de 2005. [Citado el: 9 de enero de 2012.] <http://www.ati.es/novatica..>
2. **Graciela Barchini, Margarita Álvarez, Susana Herrera y Melina Trejo.** *EL ROL DE LAS ONTOLOGÍAS EN LOS SI*. 2007, Revista Ingeniería Informática.
3. Definicion.de. [En línea] 2008. <http://definicion.de/ontologia/>.
4. ISO 9000:2000.
5. **Beth Chrissis, Mary, Konrad, Mike y Shrum, Sandy .** *CMMI Guía para la integración de procesos y la mejora de productos*. Madrid : s.n., 2009.
6. **Simon, Alfredo, y otros, y otros.** GECOSOFT: UN Entorno Colaborativo para la Gestión del Conocimiento con Mapas Conceptuales. [En línea] 2006. [Citado el: 20 de Febrero de 2012.] <http://cmc.ihmc.us/cmc2006Papers/cmc2006-p156.pdf..>
7. **Figueroa, Liliana y Palavecino, Rosa.** Cibersociedad. *Aproximación a la diferencia entre Gestión de la Información y la Gestión del Conocimiento*. [En línea] 2006. <http://www.cibersociedad.net/congres2006/gts/comunicacio.php?id=618&llengua=es..>
8. **O'Leary.** *Reengineering and Knowledge Management*. Springer,Germany : s.n., 1999.
9. **Padrón Marín, Yisel y Montero Álvarez, Leonel .** Desarrollo de una ontología para elproceso de pruebas de software del Grupo de Calidad del Centro FORTES. Ciudad de La Habana : s.n., 2011.
10. **Riichiro Mizoguchi.** Osaka University. *Task ontology for reusable problem solving knowledgeTowards Very Large Knowledge Bases: Knowledge Building & Knowledge Sharing*. [En línea] 1999. [Citado el: 9 de enero de 2012.] <http://www.ei.sanken.osaka-u.ac.jp/pub/miz/KBKS95.pdf>.
11. **Van Heist.** Using explicit ontologies in KBS development. International Journale of Human-Computer studies. [En línea] 1997. [Citado el: 9 de enero de 2012.] <http://www.cs.vu.nl/~guus/papers/Heijst97a.pdf>.
12. **Céspedes, Zulia Ramírez.** *Las ontologías como herramienta en la Gestión del Conocimiento*. Ciudad Habana : s.n., 2005.
13. **Ramos, Esmeralda y Nuñez, Haydemar.** ONTOLOGÍAS: componentes, metodologías, lenguajes, herramientas y aplicaciones. *Ciencs*. [En línea] 2007. [Citado el: 21 de 2 de 2012.] <http://www.ciencs.ucv.ve/escueladecomputacion/documentos/archivo/51>.



14. **Abad.** Slide Share. *Ontologías. Inteligencia Artificial.* [En línea] 2004. [Citado el: 21 de 2 de 2012.] <http://www.slideshare.net/cuacua/3-rc2-ontologias-2>.
15. Lenguaje de Ontologías Web (OWL). *World Wide Web Consortium (W3C).* [En línea] [Citado el: 10 de enero de 2012.] <http://www.w3.org/2007/09/OWL-Overview-es.html>.
16. **Lenat, D.B y Guha, R.V.** Building large knowledge-based systems. s.l. : Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1990.
17. **Uschold, M y King, M.** Towards a Methodology for Building Ontologies. *Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing.* 1995.
18. **Gruninger, M y Fox, M.S.** Reengineering the Enterprise. *The logic of enterprise modelling.* London : Chapman & Hall., 1995.
19. **Fernández, M, Gómez-Pérez, A y Juristo.** METHONTOLOGY: From Ontological Art to Ontological Engineering. *Workshop on Ontological Engineering.* Stanford : s.n., 1997.
20. **Swartout, B, y otros, y otros.** Toward distributed use of large-scale ontologies. *Spring Symposium Series on Ontological Engineering.* 1997.
21. **Staab, S y Schnurr.** Knowledge Processes and Ontologies. *Intelligent Systems IEEE.* 2001.
22. **Aussenac-Gilles, N, Biebow, B y Szulman.** Workshop on Evaluation of Ontology Tools, European Knowledge Acquisition Workshop. *Modelling the travelling domain from a NLP.* España : s.n., 2002.
23. **Tsarkov, Dmitry.** OWL. *FACT++.* [En línea] [Citado el: 01 de 03 de 2012.] <http://owl.man.ac.uk/factplusplus/>.
24. **Zapater, José Javier Samper.** Ontologías para Servicios Web Semánticos de Información de Tráfico: Descripción y Herramientas de Explotación. *Tesis en XARXA.* [En línea] 2005. [Citado el: 21 de 2 de 2012.] [http://www.tesisexarxa.net/TESIS\\_UV/AVAILABLE/TDX-0628106-085805//SAMPER.pdf](http://www.tesisexarxa.net/TESIS_UV/AVAILABLE/TDX-0628106-085805//SAMPER.pdf).
25. **Broekstra, Jeen , Kampman, Arjohn y Harmelen. , Frank van .** "Sesame: A Generic Architecture for Storing and Querying RDF and RDF Schema. [En línea] 2002.
26. **VISUAL PARADIGM.** ECURED. [En línea] [Citado el: 04 de 04 de 2012.] [http://www.ecured.cu/index.php/Visual\\_Paradigm](http://www.ecured.cu/index.php/Visual_Paradigm).
27. **RATIONAL ROSE ENTERPRISE EDITION.** ECURED. [En línea] [Citado el: 04 de 04 de 2012.] [http://www.ecured.cu/index.php/Rational\\_Rose\\_Enterprise\\_Edition](http://www.ecured.cu/index.php/Rational_Rose_Enterprise_Edition).



28. **Fernandez Lopez, M.** Overview of methodology for building ontologies. *Proceedings of the IJCAI-99 workshop on Ontologies and Problem-Solving Methods*. [En línea] 1999. [Citado el: 20 de 03 de 2012.] <http://www.lsi.upc.es/~bejar/aia/aia-web/4-fernandez.pdf>.
29. **Antoniou, G y van Harmelen, F.** *Web ontology language: Owl. In Handbook on Ontologies in Information Systems*. 2003.
30. **Mamone, S.** *The IEEE standard for software maintenance*. 1994.
31. **Landeta, Jon.** *Aplicación del Método Delphi en la elaboración de la tabla simétrica de las tablas input-output 2001 de Catalunya*. Cataluña : Instituto de Economía Aplicada a la Empresa de la Universidad del País Vasco, 2003.
32. **Staab, s, y otros, y otros.** *Knowledge Processes and Ontologies . IEEE Intelligent Systems*. 2001.



## Anexos

### Anexo 1: Encuesta de Validación

Compañero (a): La presente encuesta forma parte de la aplicación del Método de Valoración de Especialistas. Con este propósito se solicita su valiosa colaboración para evaluar la propuesta ontológica; por lo que se han elaborado un conjunto de preguntas que permiten medir la efectividad y obtener conclusiones. De antemano se le asegura que nadie podrá saber quién es el encuestado y además se garantiza que sus opiniones se tendrán en cuenta para la posterior aplicación. Valore el grado de factibilidad de cada pregunta o afirmación de acuerdo a la siguiente escala: Muy Adecuado (C1); Bastante Adecuado (C2); Adecuado (C3); Poco Adecuado (C4) y No adecuado (C5)

Preguntas	Criterios de especialistas				
	C1	C2	C3	C4	C5
1. ¿Considera entendible la información?					
2. ¿Considera útil la información referente a las áreas de proceso?					
3. ¿Es fiable la información que ofrece la ontología?					
4. ¿Se abarca totalmente el dominio deseado? (las áreas de proceso del nivel 3)					
5. ¿Considera de utilidad para el Grupo de Gestión de la Calidad del CEDIN la ontología creada?					
6. Siguiendo las pautas del programa de mejoras. ¿Qué nivel de utilidad le encuentra a la ontología?					
7. ¿Cómo considera la ortografía, redacción, estructura y concordancia de la información?					

Ayúdenos con su opinión, defina PNI (positivo, negativo, interesante) sobre la ontología.



## Glosario de Términos

1. **Internet:** red mundial de ordenadores interconectados basada en el protocolo TCP/IP. Ofrece distintos servicios: e-mail, foros, FTP, chat, compartir ficheros, videoconferencia, etc.
2. **Información:** Conjunto de datos interrelacionados, debidamente estructurados y asociados a una experiencia.
3. **Web Semántica:** Es una extensión de la Web actual que cuenta con información debidamente estructurada, lo que proporciona un significado bien definido. Mejora la forma en la que las máquinas y las personas trabajan en cooperación.
4. **Ontología:** estructura jerárquica que define formalmente las relaciones semánticas de un conjunto de conceptos. Se usa para crear vocabularios controlados/estructurados para la recuperación o el intercambio de información.
5. **Agentes inteligentes:** entidad capaz de percibir su entorno, procesar tales percepciones y responder o actuar en su entorno de manera racional, es decir, de manera correcta y tendiendo a maximizar un resultado esperado. Es capaz de percibir su medioambiente con la ayuda de sensores y actuar en ese medio utilizando actuadores (elementos que reaccionan a un estímulo realizando una acción).
6. **Calidad:** grado en el que un conjunto de rasgos distintivos inherentes cumple con las necesidades o expectativas establecidas, generalmente implícitas u obligatorias.
7. **Gestión del Conocimiento:** es el proceso sistemático de buscar, organizar, filtrar y presentar la información con el objetivo de mejorar la comprensión de las personas en un área específica de interés.
8. **Herramienta:** las herramientas se diseñan para cumplir uno o más propósitos específicos, por lo que son artefactos o requisitos con una función técnica.
9. **Metodología:** es el conjunto de métodos por los cuales se regirá una investigación.
10. **Razonador:** para realizar inferencia, a través de los conceptos y en algunos casos las instancias, obteniendo nuevo conocimiento.
11. **Base de datos:** Conjunto de datos organizados de modo tal que resulte fácil acceder a ellos, gestionarlos y actualizarlos.
12. **Taxonomía:** un vocabulario controlado donde los términos están conectados a una o a múltiples jerarquías. Posibilita el control de ambigüedades, de sinónimos además de contener relaciones jerárquicas.
13. **Framework:** es un conjunto de herramientas, librerías, convenciones y buenas prácticas que pretenden encapsular las tareas repetitivas en módulos genéricos fácilmente reutilizables.